



**CONTROLE ALTERNATIVO *in vitro* E *in vivo* DA  
ANTRACNOSE (*Colletotrichum gloeosporioides*  
Penz.) EM MAMÃO ‘SUNRISE SOLO’**

**HELLENN THALLYTA ALVES E MENDES**

**2017**

**HELLENN THALLYTA ALVES E MENDES**

**CONTROLE ALTERNATIVO *in vitro* E *in vivo* DA ANTRACNOSE  
(*Colletotrichum gloeosporioides* Penz) EM MAMÃO ‘SUNRISE SOLO’**

Tese apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia, para obtenção do título de “Doutor”.

**Orientador:**  
**Abel Rebouças São José**

**Coorientador:**  
**Quelmo Silva de Novaes**

**VITÓRIA DA CONQUISTA  
BAHIA –BRASIL  
2017**

M491c Mendes, Hellen Thallyta Alves.

**Controle Alternativo *in vitro* e *in vivo* da Antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz.) em Mamão ‘Sunrise Solo’.**  
/ Hellen Thallyta Alves e Mendes, 2017.

84f.

Orientador (a): Dr. Abel Rebouças São José.

Tese (doutorado) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Área de concentração Fitotecnia, Vitória da Conquista, 2017.

Inclui referência F. 69 – 84.

1. *Carica papaya* – Pós- Colheita. 2. Cultura do mamoeiro.  
3. Biodiversidade. I. São José, Abel Rebouças. II. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Área de concentração Fitotecnia. III. T.

**Catlogação na fonte: Juliana Teixeira de Assunção – CRB 5/1890**

UESB – Campus Vitória da Conquista - BA

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA – UESB  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA  
Área de Concentração em Fitotecnia

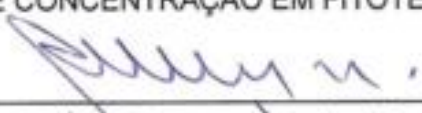
Campus de Vitória da Conquista - BA


DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

Título: "CONTROLE ALTERNATIVO *in vitro* E *in vivo* DA ANTRACNOSE (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz.) EM MAMÃO 'SUNRISE SOLO'".

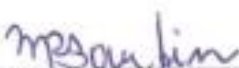
Autor: Hellenn Thallyta Alves e Mendes

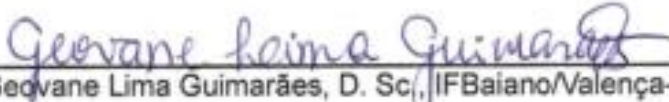
Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTORA EM AGRONOMIA, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM FITOTECNIA, pela Banca Examinadora:

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Abel Rebouças São José, D. Sc., UESB  
Presidente

  
\_\_\_\_\_  
Profa. Tiyoko Nair Hojo Rebouças, D. Sc., ABH

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Cláudio Lucio Fernandes Amaral, D. Sc., UESB

  
\_\_\_\_\_  
Profa. Marinês Pereira Bomfim, D. Sc., UFCG-PB

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Geovane Lima Guimarães, D. Sc., IFBaiano/Valença-BA

Data de realização: 05 de setembro de 2017.

Estrada do Bem Querer, Km 4 – Caixa Postal 95 – Telefone: (77) 3425-9383 – Fax: (77) 3424-1059  
– Vitória da Conquista – BA – CEP: 45031-900

*Aos meus pais, Clemente Mendes Sobrinho e Jesuslana Alves Mendes, pelo amor e apoio em todos os momentos.*

*Ao meu amado esposo, Danilo Nogueira dos Anjos, por me escolher para caminhar contigo, por acreditar em mim e em nossos sonhos.*

**DEDICO**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por guiar minha caminhada e confortar meu coração nos momentos difíceis;

Ao meu pai Clemente Mendes Sobrinho, pelo exemplo de homem digno em que me inspiro sempre;

À minha mãe Jesuslena Alves Mendes, pelo amor e por me fazer acreditar na educação como o maior dos bens;

Aos meus irmãos Anderson, Hudson e Wederson, pela irmandade e torcida;

Ao meu esposo Danilo Nogueira dos Anjos, meu grande presente dessa fase de doutorado. Obrigada pelo companheirismo, paciência e amor;

Aos meus sogros “Jhon e Dóra” e cunhado Murilo, por me acolherem com tanto carinho e zelo;

Ao meu orientador Abel Rebouças São José, por todo o conhecimento transmitido e pelo exemplo como profissional;

Aos professores Tiyoko Hojo, Geovane Guimarães, Marinês Bomfim e Cláudio Lúcio Amaral, por aceitarem compor a banca de defesa;

Aos amigos da Biofábrica, em especial, a Ranyelly Coutrim, Danielle Nolasco, Beatriz Lima, Samile Naiane e Jailson Silva, pela ajuda e amizade na condução dos experimentos;

Aos funcionários da Biofábrica, pela prestação de serviços e amizade, em especial, a D. Dete, pelo carinho e orações.

Aos amigos do IFbaiano – Campus Valença, com quem tive o privilégio de crescer profissionalmente e conhecer grandes amigos, em especial ao querido Diego Barbosa e às amigas da Casa das 7 mulheres (Lea, Dislene, Laine, Jamille, Dora e Gabi). Agradeço imensamente por dividir comigo tantas expectativas, dúvidas, algumas lágrimas e muitos risos e principalmente por me tornar uma pessoa melhor, através de suas vidas;

Aos recentes, mas não menos importantes amigos do IFAM- Campus Coari, pela amizade e torcida, em especial, às queridas Liliane, Gisele e Bruna.

Às amigas Josye, Vanésia, Manu e Débora, que mesmo distantes sempre acreditaram em minha vitória;

Aos colegas do Programa do Pós Graduação, pelo bom convívio durante esse período;

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Agronomia, pelo conhecimento transmitido;

À secretária e ao coordenador do PPGA, Silmara e Alcebíades, pela paciência, carinho e dedicação;

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudos;

À UESB, por me proporcionar mais essa importante vitória em minha vida.

**MUITO OBRIGADA!**

## RESUMO

MENDES, H.T.A. **Controle Alternativo *in vitro* e *in vivo* da Antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz.) em Mamão ‘Sunrise Solo’.** Vitória da Conquista -BA: UESB, 2017. 84 p. (Tese – Doutorado em Agronomia, Área de Concentração em Fitotecnia).

A antracnose é relatada como a doença mais importante em frutos de mamão na fase de pós-colheita, tornando os frutos impróprios para o consumo e comercialização. Diante da exigência dos consumidores por alimentos cada vez mais livres de resíduos químicos, o uso do controle biológico tem sido uma das melhores alternativas para o controle dessa doença. Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o emprego de extratos vegetais, microrganismos antagonistas, fosfito de potássio e fungicida azoxistrobina no controle do crescimento micelial *in vitro* e *in vivo* do fungo *Colletotrichum gloeosporioides* Penz., na pós-colheita de mamão ‘Sunrise Solo’. No teste *in vitro*, o crescimento micelial do fitopatógeno foi realizado pelo teste de pareamento de culturas, através do qual se avaliou a taxa de crescimento do patógeno, e atribuiu-se notas pelas escalas de Bell e Rodrigues. Na produção de metabólitos voláteis e não voláteis, avaliou-se o quanto os metabólitos produzidos pelos tratamentos foram capazes de controlar o crescimento do patógeno. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com nove tratamentos e cinco repetições, sendo cada repetição composta por três placas. No teste *in vivo*, foram utilizados frutos de mamão ‘Sunrise Solo’ conduzidos em delineamento inteiramente casualizado, com nove tratamentos e quatro repetições. Cada unidade experimental foi composta por três frutos com quatro ferimentos cada fruto. O crescimento micelial do patógeno nos frutos foi avaliado aos 2, 4 e 6 dias após a inoculação. No último dia de avaliação, foram realizadas as análises de pH, acidez titulável, °brix e perda de massa fresca dos frutos, a fim de verificar possíveis mudanças na qualidade físico-química dos frutos tratados com extratos vegetais, microrganismos antagonistas, fosfito de potássio ou fungicida azoxistrobina. Os resultados demonstraram que todos os tratamentos testados apresentaram ação antagônica sobre o *C. gloeosporioides*, diferindo estatisticamente da testemunha, sendo que a azoxistrobina, *Trichoderma harzianum* e *T. longibrachiatum* foram superiores aos demais tratamentos, inibindo em 86,33%, 85,02% e 82,24%, respectivamente, o crescimento do patógeno. Todos os tratamentos testados apresentam metabólitos voláteis capazes de inibir o crescimento micelial de *C. gloeosporioides in vitro*. A azoxistrobina inibiu em 83,44% o desenvolvimento do patógeno, sendo estatisticamente superior aos demais tratamentos. Todos os tratamentos testados apresentaram metabólitos não voláteis capazes de inibir o crescimento micelial do *C. gloeosporioides in vitro*, exceto a azoxistrobina, que não diferiu estatisticamente da testemunha. O *Bacillus amyloliquefaciens* e *B. subtilis* produziram maiores quantidade de metabólitos não voláteis em relação aos demais tratamentos. No teste *in vivo*, todos os tratamentos estudados foram eficientes no controle de *C. gloeosporioides* em frutos de mamão. A azoxistrobina apresentou maior porcentagem de inibição do patógeno. Dentre os tratamentos

---

Orientador : Abel Rebouças São José, DSc., UESB



alternativos, os extratos vegetais de gengibre e graviola se destacaram no controle do *C. gloeosporioides*, indicando serem uma alternativa potencial e viável no controle desse fitopatógeno em pós colheita de mamão.

**Palavras-chave:** Biocontrole, extratos vegetais, *Carica papaya*, pós-colheita.

## ABSTRACT

MENDES, H.T.A. **Alternative Control *in vitro* and *in vivo* of Anthracnose (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz.) in Papaya fruits 'Sunrise Solo'**. Vitória da Conquista - BA: UESB, 2017. 84f. (Thesis-Doctor in Agronomy, Plant Science concentration Area).

Anthracnose is reported as the most important disease in papaya fruits in the post-harvest phase, rendering the fruits unfit for consumption and commercialization. In view of the consumers' demand for food that is increasingly free of chemical residues, the use of biological control has been one of the best alternatives for the control of this disease. In this context, the present work had the objective of evaluating the use of plant extracts, antagonistic microorganisms, potassium phosphite and azoxystrobin fungicide in the control of mycelial growth *in vitro* and *in vivo* of the fungus *Colletotrichum gloeosporioides* Penz., in the post-harvest of papaya fruits 'Sunrise Solo'. In the *in vitro* test the mycelial growth of the phytopathogen was performed by the crop pairing test, where the growth rate of the pathogen was evaluated, and scores were assigned by the Bell and Rodrigues scales. In the production of volatile and non-volatile metabolites, it was evaluated how much the metabolites produced by the treatments were able to control the growth of the pathogen. The experimental design was a completely randomized design with nine treatments and five replicates, each replicate being composed of three plaques. In the *in vivo* test, 'Sunrise Solo' papaya fruits were used in a completely randomized design with nine treatments and four replicates. Each experimental unit was composed of three fruits with four wounds each fruit. The mycelial growth of the pathogen in the fruits was evaluated at 2, 4 and 6 days after inoculation. On the last day of the evaluation, pH, titratable acidity, °brix and loss of fresh fruit mass were evaluated to verify possible changes in the physical-chemical quality of fruits treated with plant extracts, antagonistic microorganisms, potassium phosphite or fungicide azoxystrobin. The results showed that all the tested treatments presented antagonistic action on *C. gloeosporioides*, differing statistically from the control, being that azoxystrobin, *Trichoderma harzianum* and *T. longibrachiatum* were superior to other treatments, inhibiting in 86.33%, 85.02% and 82.24% respectively growth of the pathogen. All treatments tested have volatile metabolites capable of inhibiting the mycelial growth of *C. gloeosporioides* *in vitro*. Azoxystrobin inhibited the development of the pathogen in 83.44%, being statistically superior to the other treatments. All treatments tested showed non-volatile metabolites capable of inhibiting mycelial growth of *C. gloeosporioides* *in vitro*, except for azoxystrobin, which did not differ statistically from the control. *Bacillus amyloliquefaciens* and *B. subtilis* produced higher amounts of non-volatile metabolites than the other treatments. In the *in vivo* test, all the treatments studied were efficient in the control of *C. gloeosporioides* in papaya fruits. Azoxystrobin presented higher percentage of inhibition of the pathogen. Among the alternative treatments, the plant extracts of ginger and soursop (*Annona muricata*) stood out in the control of *C. gloeosporioides*, indicating a potential and viable

---

Advisor: Abel Rebouças São José, DSc, UESB

alternative in the control of this phytopathogen in post harvest of papaya fruits.

**Key words:** Biocontrol, plant extracts, *Carica papaya*, post harvest

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Principais produtores mundiais de mamão em 2014.....	19
<b>Tabela 2.</b> Efeito do <i>Trichoderma</i> spp., <i>Bacillus</i> spp., extratos vegetais, fosfito de potássio e fungicida sobre o crescimento micelial (cm) de <i>C. gloeosporioides in vitro</i> do primeiro ao nono dia de incubação.....	49
<b>Tabela 3.</b> Médias das notas do teste de antagonismo <i>in vitro</i> de <i>Trichoderma</i> spp., <i>Bacillus</i> spp., extratos vegetais, fosfito de potássio e fungicida Azoxistrobina contra <i>C. gloeosporioides</i> , utilizando a escala de Bell e outros (1982) e Rodrigues (2010) ao 9º dia de avaliação .....	53
<b>Tabela 4.</b> Metabólitos voláteis produzidos por <i>Trichoderma</i> spp., <i>Bacillus</i> spp., extratos vegetais, fosfito de potássio e fungicida sobre o crescimento micelial de <i>C. gloeosporioides in vitro</i> do primeiro ao nono dia de incubação.....	55
<b>Tabela 5.</b> Metabólitos não voláteis produzidos por <i>Trichoderma</i> spp., <i>Bacillus</i> spp., extratos vegetais, fosfito de potássio e fungicida sobre o crescimento micelial (cm) de <i>C. gloeosporioides in vitro</i> do primeiro ao nono dia de incubação.....	58
<b>Tabela 6.</b> Média do diâmetro (cm) das lesões de <i>C. gloeosporioides</i> em frutos de mamão ‘Sunrise Solo’ imersos em diferentes tratamentos: <i>Trichoderma</i> spp., <i>Bacillus</i> spp., extratos vegetais, fosfito de potássio e fungicida.....	61
<b>Tabela 7.</b> Avaliação da perda de massa de frutos (g) porcentagem de perda de massa, sólidos solúveis (SS%), pH e acidez de frutos de mamão ‘Sunrise Solo’ no sexto dia, submetidos a tratamentos por imersão de <i>Trichoderma</i> spp., <i>Bacillus</i> spp., extratos vegetais, fosfito de potássio e fungicida.....	65

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** Gabarito utilizado para atribuição de notas pela escala de Rodrigues (2010).....44
- Figura 2.** A) Fruto inoculado com discos de micélio de *C. gloeosporioides*. B) Frutos acondicionados em câmara úmida.....47
- Figura 3.** Crescimento micelial de *C. gloeosporioides in vitro*, submetido a tratamentos com: *Trichoderma* spp., *Bacillus* spp., extratos vegetais, fosfito de potássio e azoxistrobina ao nono dia de incubação.....50
- Figura 4.** Porcentagem de inibição no crescimento micelial de *C. gloeosporioides* em frutos de mamão *in vitro* por antagonistas biológicos, extratos vegetais, fosfito de potássio e azoxistrobina aos 9 dias de incubação. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade .....51
- Figura 5.** Porcentagem de inibição do crescimento micelial de *C. gloeosporioides in vitro* por metabólitos voláteis produzidos por antagonistas biológicos, extratos vegetais, fosfito de potássio e azoxistrobina aos 9 dias de incubação. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.....56
- Figura 6.** Porcentagem de inibição do *C. gloeosporioides in vitro* por metabólitos não voláteis produzidos por *Trichoderma* spp., *Bacillus* spp., extratos vegetais, fosfito de potássio e azoxistrobina, aos 9 dias de incubação. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.....59
- Figura 7.** Porcentagem de inibição de *C. gloeosporioides* em frutos de mamão ‘Sunrise Solo’ no sexto dia de avaliação, submetidos a diferentes tratamentos com *Trichoderma* spp., *Bacillus* spp., extratos vegetais, fosfito de potássio e azoxistrobina.....62
- Figura 8.** Frutos de mamão ‘Sunrise Solo’ inoculados com *C. gloeosporioides*, submetidos a tratamentos com: *Trichoderma* spp., *Bacillus* spp., extratos vegetais, fosfito de potássio e azoxistrobina ao sexto dia de inoculação.....64
- Figura 9** Parte interna de frutos de mamão ‘Sunrise Solo’ inoculados com *C. gloeosporioides*, submetidos a tratamentos com: *Trichoderma* spp., *Bacillus* spp., extratos vegetais, fosfito de potássio e azoxistrobina ao sexto dia de inoculação...66

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	16
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	18
2.1 Importância Econômica.....	18
2.2 Aspectos gerais da cultura do mamoeiro.....	19
2.3 Doenças Pós-colheita do mamão.....	21
2.3.1 <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> .....	22
2.4 Controle Biológico de Doenças de Plantas.....	24
2.4.1 <i>Trichoderma</i> spp.....	26
2.4.2 <i>Bacillus</i> spp.....	28
2.5 Metabólitos produzidos por <i>Trichoderma</i> spp. e <i>Bacillus</i> spp.....	30
2.6 Produção de metabólitos por plantas.....	31
2.7 Extratos vegetais no controle fitossanitário.....	32
2.7.1 Uso de extrato de gengibre no controle de doenças pós-colheita.....	33
2.7.2 Uso de extrato de graviola no controle de doenças pós-colheita.....	34
2.8 Uso de Fosfito no Controle de doenças pós-colheita.....	36
2.9 Controle químico de doenças pós-colheita.....	37
2.10 Qualidade pós-colheita de mamão.....	38
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	40
3.1 Teste <i>in vitro</i> .....	40
3.1.1 Teste de antagonismo entre <i>Trichoderma</i> spp. e <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> em cultivo pareado.....	41
3.1.2 Teste de antagonismo.....	42
3.1.3 Efeito dos Extratos vegetais sobre o <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> .....	43
3.1.4 Efeito do Fosfito de Potássio e da Azoxistrobina sobre o <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> .....	43
3.2 Produção de Metabólitos Voláteis.....	44
3.3 Produção de Metabólitos Não Voláteis.....	45
3.4 Teste <i>in vivo</i> .....	46
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	49
4.1 Ação dos biocontroladores <i>in vitro</i> sobre <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> .....	49

4.2 Metabólitos voláteis produzidos por <i>Trichoderma</i> spp., <i>Bacillus</i> spp., extratos vegetais, fosfito de potássio e fungicida sobre o crescimento micelial de <i>C. gloeosporioides in vitro</i> .....	54
4.3 Metabólitos não voláteis produzidos por <i>Trichoderma</i> spp., <i>Bacillus</i> spp., extratos vegetais, fosfito de potássio e fungicida sobre o crescimento micelial de <i>C. gloeosporioides</i> .....	58
4.4 Teste <i>in vivo</i> .....	60
4.4.1 Análises pós-colheita dos frutos.....	65
<b>5. CONCLUSÕES</b> .....	69
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	70

## 1 INTRODUÇÃO

O mamão (*Carica papaya* L.) é uma das frutas mais plantadas e consumidas nas regiões tropicais e subtropicais do mundo, com produção mundial de 12,5 milhões de toneladas em 2013. O Brasil é hoje o segundo maior produtor mundial de mamão, com produção média de 1,6 milhões de toneladas por ano, o que representa 12,8% da produção mundial, ficando atrás apenas da Índia (FAOSTAT, 2017).

Um dos principais fatores limitantes à exportação e qualidade dos frutos de mamão são as doenças pós-colheita que depreciam a qualidade e aparência dos frutos, causando consideráveis prejuízos na fase de comercialização. Dentre as doenças de importância na pós-colheita, temos a antracnose, causada pelo fungo *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.), que leva à podridão dos frutos, resultantes da colonização dos seus tecidos.

O controle de doenças pós-colheita em mamão é frequentemente realizado por meio da aplicação de agrotóxicos, especialmente as moléculas de origem química (KEFIALEWA e AVALEWB, 2008). Contudo, os defensivos de origem química nem sempre apresentam resultados satisfatórios e duradouros. Dessa forma, produtores e consumidores de frutas buscam cada vez mais formas alternativas para a prática de uma agricultura mais biológica, autossustentável, limpa e livre de resíduos.

Entre os meios alternativos que podem ser adotados por produtores de frutíferas, a utilização do controle biológico e o uso de plantas dotadas de compostos capazes de reduzir ou substituir o uso dos atuais produtos químicos são alternativas bastante promissoras de grande importância econômica e ecológica. Dentre os agentes de controle biológicos mais importantes estão os fungos pertencentes ao gênero *Trichoderma* e as bactérias pertencentes ao gênero *Bacillus*.

Estudos utilizando extratos vegetais vêm sendo realizados no controle de pragas e doenças de plantas, representando uma alternativa viável na proteção das lavouras, principalmente, no intuito de reduzir o uso de defensivos agrícolas (MORAIS e outros, 2009).



A exploração da atividade biológica de compostos secundários, presentes no extrato bruto de plantas, pode constituir-se, ao lado do controle biológico e da indução de resistência, em mais uma forma potencial de controle alternativo de doenças de plantas (SCHWAN-ESTRADA, 2009).

O uso do fosfito de potássio para controle de doenças pós-colheita é outra alternativa ambiental, social e economicamente vantajosa, já que, dentre outras vantagens, é um produto de baixo custo (ROMA, 2013).

Tendo em vista a redução ou substituição de produtos químicos com elevados custos e riscos ambientais e toxicológicos ao homem e animais, o efeito deletério sobre os organismos e restrições impostas pelo mercado consumidor, em especial para exportação, têm motivado a busca por novas medidas de proteção contra as doenças. Estudos realizados *in vitro* e *in vivo* têm indicado o potencial de vários produtos alternativos no controle de fungos fitopatogênicos. Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência do emprego de extratos vegetais, microrganismos antagonistas, fosfito de potássio e fungicida no controle do desenvolvimento micelial *in vitro* e *in vivo* da antracnose em frutos pós-colheita de mamão ‘Sunrise Solo’.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Importância Econômica

O Brasil destaca-se no mercado internacional como sendo o terceiro maior produtor mundial de frutas com uma produção de 40.953 milhões de toneladas no ano de 2015. As frutas que mais contribuem no volume total da produção brasileira são: laranja, banana, abacaxi, melancia e mamão, que, juntas, somam aproximadamente 30 milhões de toneladas por ano de frutas produzidas (CARVALHO e outros, 2017; IBGE, 2017).

O mamoeiro (*Carica papaya* L.) é uma espécie de grande importância econômica e social, sendo apreciada e cultivada em quase todos os países da América tropical (PAIXÃO e outros, 2012).

No mundo, o mamão representa 10% da produção mundial de frutas, representando aproximadamente 11 milhões de toneladas. De acordo com a Tabela 1, o Brasil destaca-se como o segundo maior produtor mundial com produção de 1.603.351 toneladas/ano (FAOSTAT, 2017). Segundo dados do IBGE (2017), o estado da Bahia é o maior produtor nacional de mamão, com 863.828 toneladas, representando 45,71% da produção brasileira; seguido pelo estado do Espírito Santo, que produziu 646.273 toneladas, correspondendo a 34,19% da produção. Juntos esses estados são responsáveis por quase 80% do total de mamão produzido no país (IBGE, 2017).

O mamão tem permanecido na pauta de exportação brasileira com notável estabilidade, ainda que com volume e valores pouco significativos, já que são exportados menos de 2% do total produzido no País, segundo o IBGE (2017). O mercado europeu absorve, aproximadamente, 80% (oitenta por cento) de nossas exportações de mamão, seguido pelo mercado norte-americano que aumentou substancialmente a importação do produto brasileiro. Em 2007, segundo a FAO (2017), o volume exportado para os Estados Unidos alcançou 4,5 mil toneladas, o que correspondeu a 14% do mamão exportado pelo Brasil no ano em questão.

**Tabela 1.** Principais produtores mundiais de mamão em 2014

PAÍS	PRODUÇÃO (t)	ÁREA (ha)	RENDIMENTO (t/ha)
Índia	5.639.300	133.360	42,28
Brasil	1.603.351	32.031	50,56
Nigéria	850.000	94.200	9,02
Indonésia	840.121	9.384	89,52

Fonte: FAOSTAT (2017)

## 2.2 Aspectos Gerais da cultura do mamoeiro

O mamoeiro é originário do Nordeste da América do Sul (DANTAS, 2000); pertence à classe Dicotiledônea, à ordem Vidales e à família Caricacea, que se encontra dividida em quatro gêneros; o *Carica* é considerado o gênero de maior importância, com 21 espécies descritas, sendo a espécie *Carica papaya* L. a mais importante e a única cultivada comercialmente em várias regiões do mundo (LUNA, 1986).

O mamoeiro foi descoberto pelos espanhóis no Panamá. No início do século XVIII já era amplamente conhecido no oriente. Atualmente, encontra-se distribuído em diversas partes do mundo com destaque para os países da América do Sul e Central, África, Havaí, Antilhas e Austrália (SALOMÃO e outros, 2007).

O mamão está no grupo das frutas mais cultivadas no mundo. Segundo a *Food and Agriculture Organization* – FAO (2017), mais de cinquenta países cultivam essa fruta, destacando-se no cenário internacional a produção dos seguintes países: Brasil, México, Nigéria, Índia, Indonésia, Etiópia, Congo, Peru, China e Venezuela. O mamão é uma fruta de grande aceitação no mercado internacional e nacional do Brasil, tanto pelo seu valor nutritivo, como pelo poder medicinal comprovado. Conforme Gomes (1983), os melhores mamões são, incontestavelmente, das zonas quentes e úmidas. Também se conseguem bons mamões das zonas semiúmida, subúmidas e semiárida, esta última, quando irrigada.

Não existe uma grande quantidade de cultivares de mamoeiro atualmente, genericamente, considera-se o cultivo de três grupos principais de mamoeiro: O grupo Comum que é bastante disseminado em cultivos caseiros, produz frutos

grandes de até 2 quilos, com a cor da polpa variando de amarelo a avermelhado; O grupo ‘Solo’ que é constituído por diversas variedades, sendo exploradas em várias regiões do mundo, conhecidas como *papaya* ou mamão havaiano, que produzem frutos de tamanho pequeno, de 300 a 650 gramas, de polpa avermelhada. Dentre as variedades deste grupo, destaca-se a Sunrise Solo, conhecida como mamão Havaí, Papaya ou Amazônia. Tem forma de pêra e peso médio de 500g. Possui polpa vermelha-alaranjada de boa qualidade e cavidade interna estrelada. A produção começa entre 8 e 10 meses após o plantio, produzindo em média 40 t/ha/ano. A polpa apresenta como característica ser espessa, de boa qualidade, resistência ao transporte e maior resistência ao armazenamento. Outro grupo de importância econômica é o ‘Formosa’. Neste grupo destacam-se o híbrido ‘Tainung 01’ que se caracteriza pela produção de frutos de tamanho médio, variando entre 1 e 1,3kg, apresenta casca de coloração verde claro e cor de polpa laranja-avermelhada, de ótimo sabor. A produção média é de aproximadamente 60 t/ha/ano. Já o híbrido ‘Tainung 02’ apresenta polpa vermelha de bom sabor, maturação rápida, com pouca resistência ao transporte e produção média de 60 t/ha/ano (RIGOTTI, 2017).

Economicamente, o mamão é amplamente cultivado para o consumo *in natura* e para uso em sucos, doces e geleias de frutas secas e cristalizadas. Com relação às suas características nutricionais, o mamão é uma boa fonte de cálcio e uma excelente fonte de betacaroteno, vitaminas A, C e do complexo B, fonte de sais minerais como cálcio, potássio e magnésio. O mamão também tem vários usos industriais, suas folhas e frutos produzem diversas proteínas e alcaloides com importantes aplicações farmacêuticas e industriais. Destes, destaca-se a papaína, uma enzima proteolítica particularmente importante que é produzida no látex leitoso de frutos de mamão verde (mamão maduro não contém látex ou papaína). Evolutivamente, a papaína pode ser associada com proteção contra animais frugívoros e herbívoros. Comercialmente, entretanto, a papaína tem variados usos em bebidas, alimentos e produtos farmacêuticos, incluindo na produção de gomas de mascar, produtos para amaciar carnes, preparações de drogas de várias doenças digestivas e no tratamento de feridas gangrenosas. Papaína também tem sido utilizada na indústria têxtil, para o amolecimento de seda e lã e na indústria de cosméticos, em sabonetes e xampus (RIGOTTI, 2017).

No mercado internacional, os países compradores possuem exigências quanto à qualidade do fruto que, em geral, são: uma massa que fique em torno de 350 a 550 g; formato piriforme; casca lisa; sem manchas; frutos firmes, com polpa espessa, sem protuberâncias e cavidade central redonda e pequena; a cor da polpa é conforme o gosto dos consumidores de suas nações a exemplo do mercado norte americano que prefere polpa amarelada e alto teores de açúcares e o mercado em geral prefere a polpa alaranjada, entretanto, o mercado em geral tem o consenso de que os frutos devem ser resistentes a longos períodos de armazenamento e não possuir odor desagradável (TRINDADE, 2000).

O mamão é um fruto climatérico e, portanto, após a colheita ocorre aumento na atividade respiratória, precedido pelo incremento na evolução do etileno (SIMÃO, 1998). A ação deste hormônio inicia e acelera todas as etapas do amadurecimento de um fruto climatérico, coordenando a expressão de vários processos como o aumento da atividade respiratória e da produção autocatalítica do próprio etileno, cuja maturação continua após a colheita e se predispõem a um grande número de doenças que se manifestam somente na pós-colheita, apesar das infecções ocorrerem na pré-colheita (JACOMINO e outros, 2002; FONTES e outros, 2008).

As técnicas utilizadas no manejo em pós-colheita de frutos como o mamão têm possibilitado manter a qualidade e estender a vida pós-colheita dos frutos. No entanto, trabalhos de pesquisa demonstram haver possibilidades de potencializar os atuais métodos de conservação pós-colheita, podendo vir a estender ainda mais o período de vida útil dos frutos e proporcionar produtos isentos de resíduos tóxicos, portanto, mais saudáveis e sem riscos à saúde humana e ao meio ambiente (REIS, 2014).

### **2.3 Doenças pós-colheita do mamão**

Um dos maiores problemas do cultivo do mamoeiro é o ataque de diferentes agentes causadores de doenças, principalmente fungos. Com o aparecimento de doenças vem junto também os vários danos causados aos frutos de mamão, o que leva a severas perdas do seu valor de mercado. A qualidade do fruto é uma das principais exigências do mercado consumidor e os danos causados por

esses agentes são os principais causadores da queda da qualidade do produto (MARIN, 2004).

O *Colletotrichum* é considerado um dos gêneros de maior importância em relação a patógenos de plantas. São várias as espécies pertencentes a este gênero, cuja espécie ataca uma grande variedade de culturas em todo o mundo, entre elas, cereais, legumes e frutas (BONETT e outros, 2012).

A antracnose do mamoeiro, embora ocorra em frutos em qualquer estágio de desenvolvimento, é mais frequente nos frutos já maduros. Sua nocividade para a economia é muito grande, pois os frutos atacados, além de perder valor comercial, também ficam impróprios para o consumo humano, pois apresentam manchas decorrentes da doença, aparência de deteriorados e odor desagradável (BAUTISTA-BAÑOS e outros, 2013). A infecção dos frutos ocorre ainda no campo durante o seu desenvolvimento e permanece quiescente até o amadurecimento por condições fisiológicas impostas pelo hospedeiro, de modo que os frutos são colhidos aparentemente sadios e manifestam os sintomas da doença apenas durante o armazenamento e comercialização (FISCHER e outros, 2017).

### **2.3.1 *Colletotrichum gloeosporioides***

O fungo *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) é o agente causal da antracnose, responsável por infectar cerca de 1000 espécies de plantas (PHOULIVONG e outros, 2010), ocasionando limitações na produção de inúmeras frutas e hortaliças nas regiões tropicais e subtropicais. Dentre as inúmeras espécies atingidas pelo fungo *C. gloeosporioides*, encontra-se o mamoeiro (*Carica papaya* L.).

O *C. gloeosporioides* Penz. é uma espécie de fungo, pertencente à ordem Melanconiales da classe Coelomycetes, cuja fase perfeita é classificada com estirpes homotáticas ou heterotáticas de ascomicetos do gênero *Glomerella* sp. (SOUZA, 2008).

*C. gloeosporioides* caracteriza-se por apresentar formação de acérvulos, em forma de disco achatado, subepidérmico, com espinhos ou setas, conidióforos simples e alongados, conídios hialinos unicelulares, geralmente em forma de bastonete, que permanecem nos acérvulos aderidos por uma massa mucilaginosa de

polissacarídeos, solúveis em água. Os micélios do fungo podem permanecer viáveis por um período de tempo longo, mesmo não sendo estruturas de resistência (CAPDEVILLE e SANTOS, 2005).

O patógeno pode ser disseminado por meio de vários agentes do ambiente aéreo. As sementes infectadas também podem ser disseminadoras desse patógeno. Para invadir o tecido hospedeiro, as espécies de *Colletotrichum* utilizam estratégias que variam de hemibiotróficos intracelular a necrotróficos subcuticular, desenvolvendo estruturas especializadas para penetrar no hospedeiro como, por exemplo, os apressórios (MENEZES, 2006).

Os conídios, ao atingirem o fruto, germinam na presença de água e produzem o apressório que adere à cutícula do fruto e penetra diretamente no tecido não lesionado do hospedeiro. Após a penetração, as hifas crescem rapidamente inter e intracelular e podem permanecer latentes por algum tempo antes de as células começarem a entrar em colapso e podridão. O micélio produz então acérvulo logo abaixo da cutícula, que a rompe e libera conídios que causam mais infecções. A agressividade do fungo aumenta, quando o fruto começa a amadurecer, por consequência, os sintomas aparecem (AGRIOS, 2005).

O *C. gloeosporioides* é favorecido por temperatura e umidade relativa do ar elevadas. Os conídios são liberados e distribuídos apenas quando os acérvulos estão molhados. Normalmente, são disseminados por ventos, respingos de água, chuva forte, ou ao entrar em contato com insetos, outros animais, ferramentas, dentre outros (AGRIOS, 2005).

A antracnose ocorre principalmente na fase de maturação, porém, os frutos podem ser infectados ainda no campo, onde essa infecção pode permanecer quiescente até o início da maturação dos frutos. A doença pode ser classificada de duas formas: antracnose latente, tendo como origem a infecção quiescente; e a não latente, na qual o patógeno invade os frutos ainda verdes por meio dos ferimentos durante o transporte (PINHO e outros, 2010). O controle de doenças pós-colheita deve ser iniciado ainda no campo, na fase de desenvolvimento dos frutos, para evitar a sua contaminação e posterior aparecimento de podridões (RITZINGER, 2000).

Em frutos, os sintomas da antracnose apresentam diâmetros variáveis com presença de esporos e massa alaranjada. O *Colletotrichum* spp. causa lesões na casca que compromete a aparência, afetando também a polpa dos frutos; a comercialização é prejudicada, tornando os frutos impróprios para consumo. As perdas pela antracnose pode chegar a 100% se não for realizado um controle adequado (TOZZE JÚNIOR e outros, 2006; TEODÓSIO, 2014).

No mamão, em particular, a antracnose pode ser considerada a doença fúngica que causa maiores prejuízos, tanto no setor comercial como ao consumidor. Essa doença reduz a quantidade e a qualidade da produção, aumenta o custo de produção e, em condições de pós-colheita, os prejuízos incidem diretamente na qualidade do fruto ofertado (BONETT e outros, 2010).

O controle da antracnose deve ocorrer ainda no campo, seguido de cuidados essenciais e preventivos na pós-colheita. Visando reduzir a quantidade de inóculo no campo, o controle da doença é realizado basicamente com tratamento químico e práticas culturais. O tratamento pós-colheita dos frutos é uma forma de controlar o micélio quiescente e protegê-los de infecções secundárias, durante o armazenamento e transporte para os mercados consumidores, sendo que as medidas de controle são constituídas principalmente de fungicidas. Entretanto, os efeitos residuais e a evolução do patógeno em relação à resistência aos fungicidas têm despertado a atenção dos pesquisadores na procura de métodos alternativos de controle, tais como uso de biofungicida, extratos vegetais, óleos essenciais e indutores de resistência (VENTURA e outros, 2003; BONETT e outros, 2010).

#### **2.4 Controle Biológico de Doenças de Plantas**

Controle biológico pode ser definido como o controle de um microrganismo através da ação direta de um outro microrganismo antagonico, o qual pode atuar por meio de antibiose, parasitismo, competição, predação ou hipovirulência (COOK e BAKER, 1983).

Diversas alternativas no controle de doenças pós-colheita vêm sendo estudadas, e entre elas pode se citar o controle biológico, com a utilização dos organismos antagonistas, que é de uso recente em pós-colheita (SENHOR, 2009).



O controle biológico é uma alternativa promissora para redução e/ou substituição de agrotóxicos e representa uma fatia importante da produção científica e biotecnológica da agricultura. Entretanto, alguns fatores, como segurança alimentar, são essenciais para o uso de microrganismos no controle biológico, principalmente na pós-colheita (OLIVEIRA e outros, 2015).

O controle biológico das doenças de plantas visa satisfazer às demandas da sociedade por sistemas de produção sustentáveis, com um mínimo de impacto ao meio ambiente. Há duas maneiras básicas para a utilização dos antagonistas microbianos para o controle das doenças pós-colheita de frutas: a utilização de microrganismos que já existem no próprio produto, que pode ser promovido e gerido, ou o uso daqueles que podem ser artificialmente introduzido contra patógenos de pós-colheita (SHARMAN e outros, 2009).

No Brasil, diversos produtos biológicos estão disponíveis para utilização, dentre os quais: microrganismos antagonistas do gênero *Bacillus*, espécies de *Trichoderma* (SANTOS e outros, 2015), e extratos vegetais.

Produtos naturais extraídos a partir de plantas com propriedades antibióticas têm sido utilizados como medidas alternativas de manejo de doenças pós-colheita, demonstrando eficiência no controle de patógeno, quando comparados aos produtos sintéticos (AMARAL e BARA, 2005).

Frente às consideráveis perdas ocorridas na produção agrícola mundial, principalmente, devido às doenças na pós-colheita causadas por microrganismos fitopatogênicos, dentre eles os fungos, a utilização de plantas, cujos componentes apresentam atividades fungicidas, vem sendo pesquisada visando o controle alternativo dessas doenças, visto que a sociedade tem buscado o consumo de produtos com o mínimo possível de agrotóxicos (MACHADO e outros, 2013). Além da preocupação por alimentos mais saudáveis, sem resíduos, a questão ambiental também está diretamente relacionada ao ensejo social de mudança do padrão químico convencional para métodos integrados de produção (BETTIOL e MORANDI, 2009).

#### **2.4.1 *Trichoderma* spp.**

Segundo Samuel e Hadavi (1996), o gênero *Trichoderma* corresponde à fase anamórfica do gênero *Hypocrea*, pertencente à classe dos fungos Mitospóricos, subclasse Hifomicetos, ordem Moniliales, família Moniliacea. O gênero *Trichoderma* Persoon foi descrito em 1794 para 4 espécies de fungos e, em 1969, foi monografado por Rifai (RAMIREZ e outros, 1995).

Dos fungos com potencial de antagonismo, o gênero *Trichoderma* é um dos mais pesquisados e estudados. Este fungo apresenta micélio, inicialmente de coloração branca e de crescimento rápido. Com o desenvolvimento, torna-se cotonoso e compacto com tufo verde escuro. A coloração da colônia é devida, geralmente, à coloração e à quantidade de conídios. Os conídios são unicelulares, de forma subglobosa, ovoide, elipsoide ou elíptico-cilíndrica, com textura lisa ou rugosa e coloração hialina para verde-amarelado até verde-escuro, sendo a última mais comum (MELO, 1991).

De acordo com Menezes e outros (2009), o fungo *Trichoderma* spp. é um microrganismo naturalmente encontrado no solo, especialmente os orgânicos, podendo viver saprofiticamente ou parasitando outros fungos, e apresenta uma importante função ecológica por participar da decomposição e mineralização dos resíduos vegetais, contribuindo com a disponibilização de nutrientes para as plantas.

Fungos do gênero *Trichoderma* são de grande interesse para pesquisas em controle biológico por serem, em grande parte, excelentes produtores de antibióticos e enzimas, que degradam a parede celular de outros fungos e pela facilidade com que colonizam os diversos substratos, inclusive raízes de plantas (MACHADO e outros, 2012). Além disso, possuem alta capacidade reprodutiva, habilidade de sobreviver sob condições desfavoráveis, alta eficiência na utilização de nutrientes, capacidade de modificar a rizosfera, alta agressividade contra fungos fitopatogênicos e grande eficiência em promover o crescimento de plantas (BENITEZ, 2004).

O gênero *Trichoderma* possui diferentes mecanismos de ação, que podem ser diretos ou indiretos. O modo de ação direta incluem: antibiose, micoparasitismo, competição pelos nutrientes e espaço físico, inativação das

enzimas do fitopatógeno e também como promotor de crescimento, características adequadas para um antagonista, pois as chances de sucesso no controle biológico são aumentadas (BETTIOL e GHINI, 1995).

A antibiose ocorre quando o antagonista inibe a ação do fitopatógeno pela produção de substâncias e antibióticos voláteis ou não voláteis. Dentre esses voláteis e não voláteis, são conhecidos: ácido harziânico, alamethicinas, tricholina, antibióticos, glisopreninas, ácido heptelídico, gliovirina, viridina e massoilactona (BENÍTEZ e outros, 2004). Diversos trabalhos demonstram o sucesso do *Trichoderma* spp. no controle de fungos em diversas culturas, como: Bomfim e outros (2010), que observaram uma eficiente ação antagônica de *Trichoderma* spp. sobre *Rhizopus stolonifer* na cultura do maracujazeiro, com inibição do crescimento micelial do patógeno em 72 horas de confronto. De acordo com os autores, essa inibição do patógeno, na presença de *Trichoderma* spp., pode estar associada à liberação de metabólitos pelo antagonista. Oliveira e outros (2016) verificaram ação positiva do *Trichoderma* sp. no controle da antracnose da banana *in vivo*. Hoffmann e outros (2015) observaram uma porcentagem de inibição de 55,68% sobre um crescimento de *Fusarium* sp. através dos metabólitos voláteis de *Trichoderma* sp. Carvalho e outros, (2011), testando o efeito de metabólitos voláteis de isolados de *T. harzianum* sobre *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* em feijão, encontraram um porcentagem de inibição variando entre 47,91% a 51,77%.

O micoparasitismo envolve antibiose e canibalismo, provocados pela ação de enzimas hidrolíticas, como quitinases, glucanases, proteases e lipases, que provocam a morte de um deles que, assim, servem de alimento para o sobrevivente (DIAS, 2011). *Trichoderma* spp. cresce em direção ao outro fungo, enrola nas hifas do fungo alvo em uma reação mediada por lecitinas e, então, degrada a sua parede celular pela secreção de enzimas líticas, limitando o crescimento e atividade do fitopatógeno (CHET, 1992).

A competição pelos nutrientes e espaço físico é representada pela luta do antagonista pela conquista de espaço físico, nutrientes, microelementos, água e luz (DIAS, 2011). Fungos pertencentes ao gênero *Trichoderma* são geralmente considerados competidores agressivos, apresentando rápido crescimento e colonização, excluindo muitos patógenos.

A inativação das enzimas do fitopatógeno consiste na produção de enzimas de alguns fitopatógenos que são responsáveis pela hidrólise dos componentes pécnicos da parede celular das plantas. Quando presente, o *Trichoderma* spp. secreta proteases sobre a superfície da planta, que inibem a ação das enzimas hidrolíticas desses fitopatógenos (ELAD e outros, 1999).

Diversas pesquisas apontam uma ampla gama de benefícios proporcionados às plantas e ao ambiente por esses fungos como proteção contra fitopatógenos e herbívoros, promoção do crescimento vegetal, aumento da tolerância a estresses abióticos e indução de resistência sistêmica (HERMOSA e outros, 2012).

O uso de *Trichoderma* tem sido efetivo no controle de fitopatógenos de frutos pós-colheita, tais como em frutos de mamão. Ribeiro e outros (2016) observaram que o *T. harzianum* foi capaz de diminuir a agressividade da antracnose em testes *in vivo* e *in vitro*. Dantas (2016) verificaram que *Trichoderma harzianum* foi muito eficiente na inibição do crescimento micelial de *C. gloeosporioides* em frutos de mamão Formosa “Tainung” 01.

#### **2.4.2 *Bacillus* spp.**

Os gêneros de antagonistas bacterianos de maior prevalência são as *Pseudomonas* (*Pseudomonas putida* e *P. fluorescens*), *Bacillus* e *Streptomyces*, representantes da família Enterobacteriaceae (CAMPOS SILVA e outros, 2008).

As bactérias, pertencentes ao gênero *Bacillus*, têm sido uma das mais utilizadas no biocontrole, e se destacam por formar endósporo e apresentar uma multiplicidade de mecanismos antagonísticos, possibilitando, assim, a sua longa manutenção e sobrevivência em nichos ecológicos específicos, com grande variabilidade nos mecanismos de ação para enganar as defesas dos fitopatógenos (LANNA FILHO, 2010).

Nota-se a eficiência do *Bacillus* spp. no controle de doenças, o qual tem sido utilizado comercialmente para o biocontrole de enfermidades de plantas, assim como para aumentar a produtividade de diversas culturas. Mejia-Bautista e outros (2016), estudando estirpes do *B. subtilis* e *B. amyloliquefaciens*, em *Capsicum chinense*, constataram que esses foram capazes de inibir o crescimento micelial *in*

*vitro* do patógeno *F. solani* em 47,81% e 58,37%, respectivamente. Lima e outros (2014) concluíram que *Bacillus* spp. inibiu 49,48% o crescimento micelial de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* em tomateiro. Carrer Filho e outros (2015) concluíram que isolados de *Bacillus* sp. produzem, *in vitro*, substâncias solúveis com ação inibitória ao crescimento de propágulos de *S. sclerotiorum*, *A. solani*, *Colletotrichum cassicola*, *V. dahliae*, *Colletotrichum michiganensis* e *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*.

O antagonismo direto exercido contra fitopatógenos tem o envolvimento dos conhecidos mecanismos de antibiose, como a síntese de substâncias antimicrobianas, a competição por espaço e nutrientes e a síntese de compostos voláteis (LEELASUPHAKUL e outros, 2008).

A eficácia de bactérias do gênero *Bacillus* no controle de doenças de pós-colheita foi constatada no trabalho desenvolvido por Arrebola e outros (2010). Esses autores demonstraram que a aplicação de *B. amyloliquefaciens* (PPCB004) em frutos de laranja, 24 horas antes ou depois da inoculação com os patógenos, apresentou controle para sete patógenos fúngicos pós-colheita de citros, sendo que para o *C. gloeosporioides*, a aplicação após a inoculação apresentou melhor controle.

Antoniolli e outros (2011) demonstraram que a aplicação em pré-colheita com *B. amyloliquefaciens*, em framboesa aos 3, 7 e 14 dias antes da colheita, reduziu a incidência das podridões de *Rhizopus* e *Botrytis*, inoculados após a colheita, por até sete dias, e que o *B. amyloliquefaciens* não interfere negativamente sobre os atributos de qualidade dos frutos.

Moreira (2013) conclui que *Bacillus* sp. e *Bacillus alcalophilus* apresentam como modo de ação a produção de compostos fixos e voláteis que inibem o crescimento micelial de *Colletotrichum* do grupo *acutatum* isolado de macieira e que o principal modo de ação do produto comercial Serenade®, a base de *B. subtilis*, sobre *Colletotrichum* do grupo *acutatum* isolado de macieira foi a produção de metabólitos termoestáveis, capazes de inibir o crescimento micelial em 100%. Estes resultados corroboram os encontrados por Rollemberg (2008), para detecção de compostos antifúngicos extracelulares termoestáveis, verificando

que houve a produção de um composto com essas características contra *C. gloesporioides*, *C. acutatum* e *Glomerella cingulata* em macieira.

Leelasuphakul e outros (2008) observaram que endósporos de *B. subtilis* ou seus metabólitos reduziram a incidência de severidade e retardaram o início do aparecimento dos sintomas do bolor-verde em frutos cítricos.

Segundo Kupper e outros (2003), bactérias antagonicas, como *B. subtilis*, de modo geral, agem significativamente por antibiose e, eventualmente, por parasitismo e competição. Arrebola e outros (2010) concluíram que a produção de *iturina A* é o principal mecanismo usado por *B. amyloliquefaciens* (PPCB004) para suprimir o desenvolvimento da doença pós-colheita em frutas armazenadas. De acordo com Asaka e Shoda (1996), a eficiência de *B. subtilis* no controle de doenças, como a *Rhizoctonia solani*, está associada à capacidade que essa bactéria tem em produzir antibióticos como *iturina A* e *sufactina*, capazes de atuar na inibição do crescimento micelial de fungos fitopatogênicos.

## **2.5 Metabólitos produzidos por *Trichoderma* spp. e *Bacillus* spp.**

A maioria das espécies de *Trichoderma* e de *Bacillus* produzem metabólitos voláteis e não voláteis, os quais atuam na supressão da colonização de fitopatógenos.

Metabólitos voláteis são substâncias que entram facilmente na fase gasosa e, em sua maioria, são lipídeos solúveis oriundos de vias primárias e secundárias do metabolismo de fungos (PAGANS e outros, 2006) ou de bactérias. Os metabólitos voláteis produzidos por microrganismos benéficos com potencial de controle biológico e seus modos de ação têm sido estudados de forma crescente, devido à sua aplicabilidade na agricultura e importância no controle de pragas e doenças em plantas (MORATH e outros, 2012).

Espécies do gênero *Trichoderma* podem secretar mais de 100 diferentes tipos de antibióticos que são capazes de inibir o crescimento de diferentes patógenos (AMORIN e outros, 2011). Dentre os metabólitos produzidos por *Trichoderma* spp. citam-se: ácido harziânico, alameticinas, tricolinas, massoilactona, glisopreninas, ácido heptelídico, antraquinonas, butenolides, izonotrininas, gliotoxina, gliovirina, trichoviridina, koniginina A, viridiol, viridina,

harzianodiona (VINALE e outros, 2008). O modo de ação desses metabólitos com atividade antibiótica é, na maioria das vezes, desconhecido, haja vista a escassez de informações relativas ao papel dessas substâncias, obtidas a partir de bioensaios, tanto *in vitro* como *in vivo*, sendo gliovirina, gliotoxina e peptabólitos como as tricolorzianinas mais estudados (EL-HASAN e outros, 2009).

O *Bacillus subtilis* e *Bacillus amyloliquefaciens* produzem uma grande variedade de metabólitos antifúngicos, entre os quais se encontram lipopeptídeos das famílias da surfactina, iturina e fengicina. Esses peptídeos são compostos cíclicos de sete ou dez  $\alpha$ -aminoácidos ligados a um único  $\beta$ -amino (iturinas) ou  $\beta$ hidroxi (surfactinas e fengicinas) ácido graxo (ONGENA e outros, 2005). Embora o *B. subtilis* e *B. amyloliquefaciens* sejam capazes de produzir diversas substâncias voláteis com atividade antifúngica, muitas dessas substâncias voláteis produzidas por estes microrganismos ainda são desconhecidas (KAI e outros, 2007).

## 2.6 Produção de metabólitos por plantas

Metabólitos é o conjunto de reações químicas que ocorre continuamente nas células, direcionado pela ação de enzimas. Estas reações visam sintetizar compostos como açúcares, aminoácidos, nucleotídeos e alguns polímeros, dentre outros, que vão garantir a sobrevivência dos organismos e, por isso, são considerados integrantes do metabolismo primário. Enquanto no metabolismo secundário, a produção de substâncias está restrita e limitada a um número menor de espécies que não estão diretamente ligados à manutenção da vida do vegetal (MORAIS, 2009).

Os metabólitos secundários são divididos em três grandes grupos: compostos fenólicos, terpenos e alcaloides, utilizados na defesa contra estresses bióticos e abióticos (TAIZ e ZEIGER, 2009). Acredita-se que os alcaloides tenham ação contra predadores, atuando especificamente contra mamíferos herbívoros. Já os compostos fenólicos protegem as plantas contra raios UV, insetos, fungos, vírus, bactérias e possuem ação alelopática. E os terpenoides podem atuar como antibióticos, protegendo as plantas de microrganismos patogênicos, ou inibindo a germinação e desenvolvimento de plantas competidoras. Há, ainda, algumas classes de terpenos que são pigmentos e aromas, presentes em flores e frutas,

atraindo insetos para a distribuição de pólen e sementes (DELBONE e LANDO, 2010).

Os metabólitos secundários agem sobre os fungos por meio de granulação citoplasmática, desorganização dos conteúdos celulares e inativação de enzimas, o que inibe a germinação, a alongação do tubo germinativo e o crescimento micelial (LO e outros, 1996).

## **2.7 Extratos vegetais no controle fitossanitário**

Extratos vegetais são preparações concentradas, de diversas consistências, obtidas a partir de matérias primas vegetais secas, que passaram ou não por tratamento prévio, tais como: maceração, infusão, decocção, digestão, percolação, destilação ou secagem. Isso leva a basicamente duas etapas no processo de fabricação: a separação dos compostos específicos de um meio (parte da planta utilizada, raiz, caule ou folha) com a utilização de um solvente; e a concentração, por eliminação dos solventes. Sua aplicação ocorre, sobretudo, pela indústria alimentícia ou pela indústria química, através do desenvolvimento de produtos com potencial utilização para finalidades farmacêuticas e/ou agrônômicas (MORZELLE e outros, 2017).

A utilização de compostos secundários presentes em extratos brutos ou óleos essenciais de plantas pode ser, juntamente com a indução à resistência, uma das principais formas alternativas de controle de doenças de plantas. E o grande benefício do uso desses sistemas de proteção é o largo espectro de ação destes produtos naturais, além da estabilidade e eficiência prolongada destes fungicidas naturais (LIMA e outros, 2010).

A utilização de extratos de plantas medicinais, ou não, no controle de fungos fitopatogênicos vem obtendo sucesso devido às propriedades antifúngicas apresentadas pela maioria dos extratos de plantas (SILVA e outros, 2008).

Trabalhos desenvolvidos com extrato bruto ou óleo essencial, obtidos a partir de plantas medicinais da flora nativa brasileira, têm indicado potencial no controle de fitopatógenos, tanto por sua ação fungitóxica direta, inibindo o crescimento micelial e a germinação de esporos, quanto pela indução de



fitoalexinas, indicando a presença de compostos com característica de elicitores (SCHWAN-ESTRADA, 2009).

Carnelossi e outros (2009) avaliaram os óleos essenciais de *Cymbopogon citratus* (capim-limão), *Eucalyptus citriodora* (eucalipto), *Mentha arvensis* (menta) e *Artemisia dracunculus* (estragão) em frutos de mamão, e verificaram que estes também são potentes no controle do fungo *C. gloeosporioides*, podendo ser uma opção no controle da antracnose, reduzindo, assim, o uso de fungicidas convencionais.

Siqueira Junior e outros (2011), avaliando extratos etanólicos de sementes de pitomba (*Talisia esculenta*) e de folhas de tanchagem (*Plantago major*), verificaram que as diferentes espécies apresentaram potencial fungicida contra o *C. gloeosporioides* no controle da antracnose em frutos de mamoeiro.

Machado e outros (2015) concluíram que o extrato de óleo de Nim (*Azadirachta indica* L.) na concentração de 64 mL.L<sup>-1</sup> apresenta ação fungicida para o controle dos fungos *C. gloeosporioides* em frutos de manga, podendo ser recomendado no controle alternativo desses patógenos.

### **2.7.1 Uso de extrato de gengibre no controle de doenças pós-colheita**

O gengibre (*Zingiber officinale*) pertence à família das Zingiberaceae e ordem natural Sicitamineae. Essa família consiste de 47 gêneros e 1400 espécies, sendo que o gênero *Zingiber* compreende aproximadamente 150 espécies, distribuídas principalmente em regiões tropicais da África (RAVIDRAN e outros, 2005).

O gengibre é uma planta herbácea, que pode atingir 1,50m de altura, de caule articulado, reptante, anguloso e muito ramoso, rizoma horizontal, comprido lateralmente, com ramificações situadas num mesmo plano, digitiformes, no vértice das quais se encontram cicatrizes do caule foliáceo, revestido de epiderme rugosa e de cor pardacenta; de 14 a 16 cm de comprimento por 4 a 20 mm de espessura. Folhas ordenadas em duas séries (dísticas), com bainha amplexicaule, com presença de uma lígula bífida e flores amarelo esverdeadas, hermafroditas, zigomorfas, dispostas em espigas fusiformes. O fruto é uma cápsula trilocular que se fende em três valvas; as sementes são azuladas e contém um albúmem carnosos.

O rizoma é geralmente articulado, formado por tubérculos ovoides, rugosos e prensados uns contra os outros (PIO CORRÊA, 1984; EMBRAPA, 2001; ELPO e outros, 2004).

O rizoma do gengibre apresenta sabor característico pungente e se destaca por ter como principais componentes carboidratos e lipídeos, dentre eles: ácidos graxos livres (ácido palmítico, ácido oleico, ácido linoleico), óleo-resina (homólogos de gingerol e zingerona), óleos voláteis (zingibereno, felandreno, canfeno), dentre outros (NEWALL e outros 2002).

Resultados positivos têm sido relatados por diversos autores ao utilizar extratos ou óleos de gengibre para controle de *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) (CELOTO e outros, 2008; ROZWALKA e outros, 2008; ALMEIDA e outros, 2009; ASGAR e outros, 2016).

Brito e Nascimento (2015) demonstraram que o extrato de gengibre a 5% foi capaz de inibir em 68,63% o crescimento micelial *in vitro* de *Curvularia eragrostidis* em inhame. Resultados semelhantes foram encontrados por Almeida e outros (2009) estudando o efeito de extratos de plantas medicinais no controle de *Colletotrichum acutatum*, agente causal da flor preta do morangueiro. Rodrigues e outros (2007) estudaram a influência de diferentes concentrações do extrato aquoso de gengibre sobre o desenvolvimento micelial do fungo *Sclerotinia sclerotium* na cultura da alface e encontraram redução do crescimento micelial de 92,5%.

Amorim e outros (2011) observaram que diferentes concentrações de extrato vegetal de gengibre inibiu em 50% a incidência do moko em mudas de bananeira, pulverizadas oito dias antes da inoculação de *R. solanacearum*.

### **2.7.2 Uso de extrato de graviola no controle de doenças pós-colheita**

A gravioleira (*Annona muricata* L.), espécie pertencente à família Annonaceae, tem como centro de origem a América Tropical, mais precisamente a América Central e vales peruanos, sendo considerada a mais tropical das anonáceas (RAMOS e outros, 2001); é uma das importantes frutíferas cultivadas no nordeste brasileiro, principalmente nos Estados da Paraíba, Ceará, Pernambuco e Bahia (SACRAMENTO e outros, 2003).

A família das anonáceas é composta por cerca de 40 gêneros e de mais de 2.000 espécies, sendo os gêneros *Annona*, *Rollinia*, *Duguetia*, *Uvaria* e *Asimira* os que produzem frutos comestíveis (NOGUEIRA e outros, 2005).

A gravioleira apresenta porte arbóreo, com tamanho variando entre 4 e 8 metros, folhas alternas e dísticas, simples, sem estípulas, mais ou menos coriáceas e, em geral, aromáticas. A inflorescência é composta de uma única flor vistosa e bissexuada, actinomorfas; perianto amarelo, diferenciando em cálice e corola, com pétalas muito espessas; ovário súpero, carpelos e estames numerosos. O fruto é do tipo baga composta, fruto múltiplo e carnoso (CARVALHO, 2001; SOUZA e LORENZI, 2005).

As folhas da gravioleira geralmente são descartadas durante as operações de poda, que acontecem continuamente ao longo do ano. A poda dos ramos é realizada com o intuito de manter as plantas sempre arejadas e também para facilitarem as demais operações de manejo (polinização, ensacamento de frutos, colheita, controle de pragas etc). Desse modo, surgem questionamentos sobre a melhor forma de se utilizar essas folhas, e de agregar valor às mesmas, podendo inclusive constituir-se em mais um coproduto da gravioleira. Para isso, são necessárias pesquisas científicas diversas para verificar a sua composição fitoquímica, especialmente no tocante à presença de compostos bioativos que possam contribuir para o benefício da saúde humana (SILVA, 2016) e para a sua utilização como biocontroladores de pragas e doenças de plantas.

Diversos estudos com extratos e óleos vegetais vêm sendo realizados com resultados positivos para o controle do *Colletotrichum* em frutos pós-colheita. Entretanto, ainda são escassos os trabalhos envolvendo o uso de extrato de folhas de graviola para o controle de doenças pós-colheita de frutos.

Ferreira e outros (2014), pesquisando sobre a ação dos extratos de folha e sementes de graviola no controle de *C. gloeosporioides in vitro*, observaram que o extrato aquoso de folhas de graviola apresenta ação inibitória ao crescimento micelial do fungo *C. gloeosporioides* por um período de até três dias; já o extrato aquoso das sementes da graviola apresenta efeito inibitório ao fungo *C. gloeosporioides* até seis dias. Entretanto, Bibiano e Sáber (2017) não encontraram

efeitos inibitórios *in vitro* do hidrolato de graviola para controle de *Pestalotiopsis* sp., *Monilinia* sp. e *Rhizopus* spp.

## 2.8 Uso de Fosfito de potássio no Controle de doenças pós-colheita

O uso dos fosfitos na agricultura começou em 1977 com a descoberta do Fosetyl-Al (Aliete®), um composto do grupo fosfonato usado como fungicida sistêmico. Posteriormente com a quebra da patente do Fosetyl-Al, foram produzidas diversas formulações à base de fosfitos, incluindo sais de fosfitos como os de potássio, de cálcio, magnésio e zinco, comumente utilizados como fonte de fósforo (SCHILDER, 2005).

Os fosfitos são compostos provenientes do ácido fosforoso ( $H_3PO_3$ ), originados através de uma reação de neutralização com uma base, como hidróxido de potássio, o qual é o mais frequentemente utilizado para este fim. Um dos produtos desta reação é o fosfito de potássio ( $K_2HPO_3$ ) (GRANT e outros, 1992; McDONALD e outros, 2001).

Os fosfitos são capazes de promover o controle de fungos patogênicos por ação direta ou pela ativação de mecanismo de defesa e algumas alterações morfo-fisiológicas nas plantas, como, por exemplo, os fosfonatos (MORZELLE e outros, 2017).

A ação direta do fosfito como um fungicida é a mais relatada na literatura científica, enquanto sua ação indireta como ativador de mecanismos de defesa das plantas ainda tem sido questionada, existindo poucos relatos sobre a indução de resistência (SILVA e outros, 2014).

O fosfito atua estimulando a formação de substâncias de defesa da própria planta, como as fitoalexinas, bem como o efeito fungicídico, atuando diretamente sobre o fungo (SILVA, e outros, 2013).

O uso de fosfito de potássio tem demonstrado eficiência no controle de podridões pós-colheita em diversos frutos, tais como em uva de mesa, na qual esse produto apresentou atividade *in vitro* contra *Rhizopus stolonifer*, *Botrytis cinerea* e *C. gloeosporioides*, proporcionando inibição do crescimento micelial, da esporulação e da germinação dos três patógenos relatados (ROMA, 2013). Segundo Brackmann e outros (2005), o fosfito de potássio foi eficiente no controle de

podridão pós-colheita de *Penicillium* spp., em maçã 'Fuji'. Blum e outros (2007) obtiveram controle do mofo azul em maçãs 'Fuji' e 'Gala' com aplicação pós-colheita de fosfito de potássio. Zainuri e outros (2001) observaram redução na severidade do ataque de *C. gloeosporioides* em frutos de manga.

## **2.9 Uso de fungicida químico no Controle de doenças pós-colheita**

Existem diversos métodos para o manejo de doenças de plantas, entretanto, o método mais comum é o controle químico com fungicidas, pois seu uso é relativamente fácil se comparado a outros métodos, e frequentemente propicia resultados efetivos (PRESTES, 2003).

O controle das doenças de plantas com o uso de agrotóxicos visa à interposição de uma barreira efetiva entre as partes suscetíveis das plantas e o inóculo do patógeno, eliminando ou reduzindo a taxa de penetração e de colonização nos tecidos do hospedeiro, que pode ser por fungicida de contato ou protetor ou pelos sistêmicos ou curativos (VENTURA, 2003).

O controle químico das doenças pós-colheita do mamão concentra-se de uma série de fungicidas pertencentes aos benzimidazóis, imidazol e bisditiocarbamato. A efetividade desses fungicidas está de acordo com a dose aplicada, estágio de maturação, resposta da sensibilidade do fungo ao composto químico empregado, tempo de aplicação e outros fatores (BAUTISTA-BAÑOS e outros, 2013).

Os métodos químicos atuam sobre patógenos de ferimentos ou sobre aqueles de infecção quiescente e possuem a grande vantagem de seu efeito residual garantir proteção durante o armazenamento prolongado dos frutos (BENATO e outros, 2001). Entretanto, o controle de doenças com fungicidas tem sido considerado um problema, visto que alguns tratamentos químicos afetam o processo de amadurecimento natural dos frutos e, além disso, o uso permanente de fungicidas pode levar ao aparecimento de variações em função da resistência dos fungos (GAMAGAE e outros, 2003).

Existem, atualmente, dez ingredientes ativos registrados no Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) para serem utilizados no manejo de

doenças em mamoeiro, mas nenhum desses é autorizado para ser empregado na fase de pós-colheita (AGROFIT, 2017).

O uso de fungicidas pós-colheita vem se reduzindo devido ao efeito residual que esses defensivos químicos deixam nos frutos, restringindo as exportações de frutos de mamão. Com isso, tem se dado ênfase às formas alternativas de controle de podridões pós colheita (FERRAZ, 2010).

A azoxistrobina é fungicida sistêmico do grupo químico das estrobilurinas. As moléculas do grupo das estrobilurinas agem inibindo o transporte de elétrons entre o citocromo b e citocromo c, no sítio Q<sub>o</sub> na cadeia transportadora de elétrons, consequentemente reduzem a formação de ATP pela mitocôndria presente nas células fúngicas (ANKE, 1995); assim, há limitações na produção de energia e no crescimento de fungos (LEINHOS, 1997).

A azoxistrobina é um fungicida sistêmico, com atividade predominantemente preventiva, mas também com ação curativa e antiesporulante, usado em pulverização para controle das doenças da parte aérea na cultura do mamoeiro, visando o controle de *C. gloeosporioides* (AGROFIT, 2017). Embora esse produto não seja registrado para o uso na pós-colheita, os agricultores vem obtendo bons resultados com o uso da azoxistrobina no tratamento pós-colheita de frutos de mamão, em função do seu curto período de carência e por possuírem baixo efeito residual.

## **2.10 Qualidade pós-colheita de mamão**

Para disponibilizar ao consumidor frutas com sabor agradável e boa aparência, deve-se utilizar boas práticas agrícolas, como: colheita no estágio de maturação adequado, manuseio minimizando injúrias, redução da contaminação por microrganismos e conservação sob temperatura e umidade adequadas em toda a cadeia produtiva (MOLINARI, 2007).

Para avaliar a qualidade dos frutos, podem ser adotados vários parâmetros, sejam eles físicos, como peso, cor, aparência e firmeza; ou químicos, referentes aos sólidos solúveis (SS), potencial hidrogeniônico (pH), acidez titulável (AT), relação SS/AT, atividade respiratória e vitaminas (ZILLO, 2017).

A determinação da acidez total ou acidez titulável em alimentos é de grande importância, pois é através dela que se podem obter dados sobre a apreciação do processamento e do estado de conservação dos alimentos. A acidez é resultante dos ácidos orgânicos existentes no alimento, dos adicionados propositalmente e também daqueles provenientes das alterações químicas dos mesmos (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985).

Os sólidos solúveis (SS) e a acidez titulável (AT) são parâmetros que também podem indicar a aceitação do fruto no mercado, uma vez que a preferência do consumidor é de frutos com alta concentração de sólidos solúveis, como os açúcares e baixa acidez (ZILLO, 2017).

A comercialização de mamão ocorre por unidade de peso. Como a perda de água é uma das principais causas da baixa qualidade pós-colheita, isso resulta na redução imediata da massa do fruto (ZILLO, 2017). Segundo Cenci e outros (2002), perdas de massa fresca superiores a 5% já são suficientes para a depreciação de mamões.

O pH é um termo que expressa a intensidade da condição ácida ou básica de um meio qualquer, cuja determinação é feita com a utilização de um potenciômetro e eletrodos (OLIVEIRA e FERNANDES, 2010). O potencial hidrogeniônico (pH) é importante para as determinações de deterioração do alimento com o crescimento de microrganismos, atividade das enzimas, retenção de sabor e odor de produtos de frutas, verificação de estado de maturação de frutas e escolha de embalagem (CECHI e outros, 2010). O mamão apresenta pH ideal entre 4,5 e 6,0 (FIGUEIREDO NETO, 2013).

Devido a sua alta perecibilidade e deficiente cadeia produtiva, é importante que haja novos estudos que desenvolvam tratamentos pós-colheita eficientes no controle dos processos bioquímicos envolvidos no amadurecimento dos frutos, visando ao prolongamento da vida útil do mamão tanto no mercado interno ou externo (ZILLO, 2017).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Teste *in vitro*

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório Biofábrica da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, *Campus* Vitória da Conquista – BA.

O fungo *Colletotrichum gloeosporioides* foi obtido da EMBRAPA Fruticultura e Mandioca – Cruz das Almas – BA, isolado de frutos de mamão e multiplicados em meio de cultura BDA e mantidos em B.O.D. a 25°C e fotoperíodo de 12h por nove dias, até o início do experimento.

O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado, com nove tratamentos e cinco repetições, sendo cada repetição composta por 3 placas de Petri, sendo avaliados durante nove dias. Os tratamentos utilizados foram: 1 – testemunha (meio de cultura puro); 2 – *Trichoderma longibrachiatum*; 3 – *Trichoderma harzianum*; 4 – *Bacillus subtilis*; 5 – *Bacillus amyloliquefaciens* 6 – Extrato de gengibre (*Zingiber officinale*); 7 – Extrato de folhas de graviola (*Annona muricata*); 8 – Fosfito de potássio; 9 – azoxistrobina (Fungicida Amistar®).

Os agentes de controle biológico *T. longibrachiatum* e *T. harzianum*, respectivamente, de nomes comerciais Trichonemate e Tricobio, ambos com concentração mínima de  $2 \times 10^8$  conídios/mL, foram provenientes da Empresa Biofungi – Indústria e Comércio de Defensivos Biológicos e Inoculantes.

O *Bacillus subtilis* foi obtido a partir do produto comercial Serenade® que possui em sua composição *B. subtilis* linhagem QST 713, concentração mínima de  $1 \times 10^9$  UFC/g de ativo, proveniente da empresa Bayer Cropscience.

O *B. amyloliquefaciens* foi adquirido a partir do produto comercial Eficaz® da empresa Simbiose.

Os extratos foram obtidos a partir da extração aquosa de rizomas gengibre e folhas secas de graviola, produzidos comercialmente pela empresa Bom Mel.

O fosfito de potássio, de marca comercial Phytogard® é produzido comercialmente pela Stoller do Brasil Ltda. Este produto possui em sua composição 28% de  $P_2O_5$ , cuja fonte é o ácido fosforoso e 26% de  $K_2O$ .



A azoxistrobina, de marca comercial Amistar® WG 500, é produzido pela empresa Syngenta e possui como ingrediente ativo a azoxistrobina a 50% i.a.

### **3.1.1 Teste de antagonismo entre *Trichoderma* spp. e *Colletotrichum gloeosporioides* em cultivo pareado**

Para o ensaio *in vitro* entre *Trichoderma* spp. e *Colletotrichum gloeosporioides*, foi empregado o método de cultura pareada em disco de Agar (DENNIS e WEBSTER, 1971). Cada placa de Petri de 90 mm, contendo o meio de cultura BDA (batata, dextrose, agar), recebeu em um dos lados um disco de 9 mm de cultura do fitopatógeno e, no outro, um disco de cultura do antagonista, ambos a 0,5 cm de distância da borda da placa, em posições opostas. Os discos foram obtidos de culturas puras dos antagonistas e fitopatógeno, e mantidos em cultivo por nove dias. Como testemunhas, usou-se o patógeno e os antagonistas cultivados isoladamente, colocando-se um disco de micélio no centro de cada placa. As placas foram mantidas em B.O.D. a 25°C e fotoperíodo de 12h.

Para preparo do meio de cultura BDA (batata, dextrose, agar), foi utilizado 39 g do meio BDA da empresa Sigma aldrich, diluído em 1L de água destilada. O pH foi corrigido para 5,0, com solução de NaOH. O meio foi acondicionado em Erlenmeyer e autoclavado a 121°C por 20 minutos.

O potencial de antagonismo dos isolados foi avaliado em intervalos de 24 horas, até o 9º dia após a inoculação, através de medições do crescimento micelial das colônias de *Colletotrichum gloeosporioides*. Para o cálculo da porcentagem de inibição do crescimento micelial, foi aplicada a fórmula proposta por Menten e outros (1976), na qual:

$$\% \text{ inibição} = \frac{(\text{crtest} - \text{crtrat})}{\text{crtest}} \times 100$$

Em que: crtest = crescimento radial da testemunha;

crtrat = crescimento radial do tratamento.

### **3.1.2 Teste de antagonismo entre *Bacillus* spp. e *Colletotrichum gloeosporioides* em cultivo pareado**

No teste de antagonismo *Bacillus* spp. e *Colletotrichum gloeosporioides*, utilizou-se a metodologia adaptada de Sotero e outros (2006), em que um disco de meio de cultura BDA de 9 mm de diâmetro, contendo micélio de *C. gloeosporioides* foi transferido para o centro da placa de Petri (90 mm de diâmetro), também contendo meio BDA. Em seguida, quatro gotas de 50 µl do produto comercial contendo células bacterianas de *Bacillus* spp. foram dispostas equidistantes entre si e do centro da placa de Petri, a 2 cm de distância do disco do patógeno, colocando uma gota em cada quadrante, com o auxílio de uma pipeta automática. Como testemunhas, usou-se o patógeno e os antagonistas cultivados isoladamente. As placas foram mantidas em incubadora B.O.D. a 25°C e fotoperíodo de 12h. As avaliações foram realizadas diariamente, medindo-se o crescimento do diâmetro micelial do patógeno, em dois sentidos, perpendicularmente, com uma régua graduada em milímetros (mm), por um período de 9 dias de incubação.

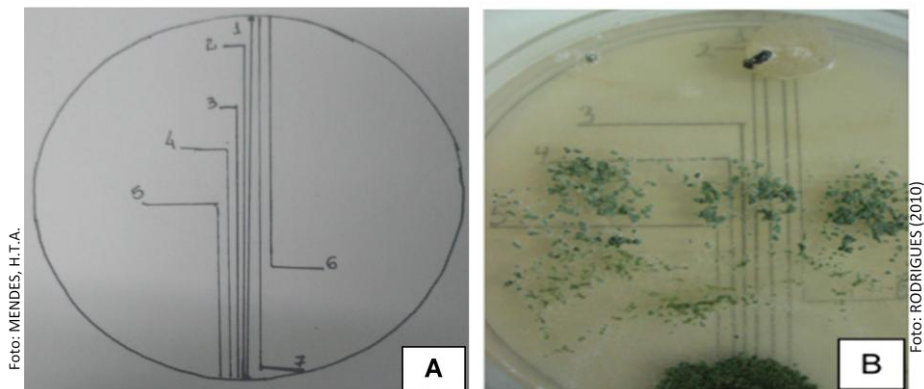
### **3.1.3 Efeito dos Extratos vegetais sobre o *Colletotrichum gloeosporioides***

Para avaliação do efeito dos extratos vegetais de gengibre e graviola sobre o *C. gloeosporioides*, utilizou-se o meio de cultivo BDA à temperatura aproximada de 50°C no qual se acrescentou extrato de gengibre ou de extrato de graviola na concentração de 1mL.L<sup>-1</sup>. Foi adicionado 20 mL do meio BDA, acrescido dos tratamentos, à placa de Petri e, após solidificado, transferiu-se um disco de meio de cultura BDA de 9 mm de diâmetro contendo micélio de *C. gloeosporioides* para o centro da placa de Petri (90 mm de diâmetro). As placas foram vedadas e mantidas em incubadora a 25°C e fotoperíodo de 12h. As avaliações foram realizadas diariamente, medindo-se o crescimento micelial do patógeno em dois sentidos, perpendicularmente, com uma régua graduada em milímetros (mm), por um período de 9 dias de incubação.

### 3.1.4 Efeito do Fosfito de Potássio e da azoxistrobina sobre o *Colletotrichum gloeosporioides*

O efeito do fosfito de potássio e da azoxistrobina sobre o *Colletotrichum gloeosporioides* foi realizado utilizando placas de Petri. Os tratamentos foram incorporados ao meio de cultivo à temperatura aproximada de 50° C na concentração de 300  $\mu\text{L.L}^{-1}$  para o fosfito de potássio e 1g.L<sup>-1</sup> para azoxistrobina®. Foi adicionado 20 mL do meio BDA, acrescido dos tratamentos, à placa de Petri e, após solidificado, transferiu-se um disco de meio de cultura BDA de 9 mm de diâmetro, contendo micélio de *C. gloeosporioides* para o centro da placa de Petri (90 mm de diâmetro). As placas foram vedadas e mantidas em incubadora a 25°C e fotoperíodo de 12h. As avaliações foram realizadas diariamente, medindo-se o crescimento micelial do patógeno em dois sentidos, perpendicularmente, com uma régua graduada em milímetros (mm), durante 9 dias de incubação.

Para a validação dos testes de antagonismo e efeito dos tratamentos, foram adotadas duas escalas de notas: uma seguindo a escala de Bell e outros (1982), que se baseia na observação visual, atribuindo notas de 1 a 5, em que: 1 – O agente de biocontrole cresce completamente sobre o patógeno cobrindo a superfície total do meio de cultura; 2 – O agente de biocontrole cresce sobre no mínimo 2/3 da superfície do meio de cultura; 3 – O agente de biocontrole e o patógeno colonizam aproximadamente metade da superfície do meio de cultura (mais do que 1/3 e menos que 2/3) e nenhum deles aparece dominando o outro; 4 – O patógeno coloniza no mínimo 2/3 da superfície do meio de cultura e aparece resistindo ao agente de biocontrole; 5 – O patógeno cresce completamente sobre o agente de biocontrole e ocupa a superfície total do meio de cultura. E outra seguindo a escala de Rodrigues (2010), que atribui notas variando de 1 a 7, em que: 1 – antagonista cresce por toda a placa de Petri e sobre o disco do patógeno; 2 – antagonista cresce por toda a placa de Petri, porém, não se sobrepõe sobre o disco do patógeno; 3 – antagonista cresce sobre 3/4 da placa; 4 – antagonista cresce sobre 2/3 da placa; 5 – antagonista e patógeno crescem até a metade da placa; 6 – patógeno cresce sobre 2/3 da placa; 7 – patógeno cresce por toda a placa de Petri. Utilizou-se um gabarito (Figura 1) sob o fundo da placa no momento da avaliação, por meio da qual era possível visualizar as notas conforme crescimento das colônias.



**Figura 1.** A) Gabarito utilizado para atribuição de notas pela escala de Rodrigues (2010). B) Escala de Rodrigues sob a placa de Petri para atribuição de notas em teste de pareamento de cultura.

### 3.2 Produção de Metabólitos Voláteis

Os metabólitos voláteis foram avaliados de acordo com o método modificado de Bharat e outros (1980), pelo qual se estudou os efeitos de extratos livres de células de *Trichoderma* spp., *Bacillus* spp., extrato vegetal de gengibre e de graviola, fosfito de potássio e azoxistrobina (Amistar®) sobre o crescimento micelial de *C. gloeosporioides*.

Para a avaliação dos metabólitos voláteis produzidos por *Trichoderma longibrachiatum* e *T. harzianum*, utilizou-se placas de Petri contendo meio BDA, na qual foram posicionadas umas sobre as outras, sendo colocado na tampa inferior, na posição central, um disco de micélio com 9 mm de diâmetro retirado de cultura pura de cada um dos isolados de *Trichoderma* spp. O disco de *C. gloeosporioides* foi colocado na tampa superior, de modo que patógeno e antagonista ficassem sobrepostos.

Os metabólitos voláteis produzidos por *Bacillus subtilis* e *B. amyloliquefaciens* foram avaliados utilizando placas de Petri contendo meio BDA, posicionadas umas sobre as outras, sendo colocado na tampa inferior 4 gotas de 50 µl cada do produto comercial do *Bacillus* spp., sendo uma gota em cada quadrante. No centro da parte superior da tampa foi inoculado o disco de *C. gloeosporioides*.

A avaliação dos metabólitos voláteis produzidos pelo extrato de gengibre e extrato de graviola foi realizada utilizando placas de Petri contendo meio BDA, posicionadas umas sobre as outras, adicionando-se na parte inferior da placa 1 gota

de 50 µl em cada quadrante dos extratos vegetais na concentração de 1%, e no centro da parte superior da tampa foi inoculado o disco de *C. gloeosporioides*.

Para os metabólitos voláteis produzidos por fosfito de Potássio e pela azoxistrobina, foram utilizadas placas de Petri contendo meio BDA, posicionadas umas sobre as outras, colocando-se na tampa inferior 1 gota de 50 µl por quadrante do produto comercial na concentração de 300 µL.L<sup>-1</sup> para o fosfito de potássio e de 1 g. L<sup>-1</sup> para a azoxistrobina. No centro da parte superior da tampa, foi inoculado o disco de *C. gloeosporioides*.

Para evitar a perda de supostos compostos voláteis, cada placa foi vedada com filme plástico e colocada para incubação em BOD na temperatura de 25°C, com fotoperíodo de 12h por nove dias. Para a testemunha, foi utilizado apenas discos de *C. gloeosporioides* tanto na parte inferior como na superior da placa de Petri. O potencial de antagonismo dos isolados foi avaliado em intervalos de 24 horas, até o 9º dia após a inoculação, através de medições do crescimento micelial das colônias em dois sentidos, perpendicularmente, com uma régua graduada em milímetros (mm).

### **3.3 Produção de Metabólitos Não Voláteis**

O método de avaliação da produção de metabólitos não voláteis consistiu em cobrir assepticamente toda a superfície do meio (BDA), com discos de papel celofane (9 mm de diâmetro) com auxílio da alça de Drigalsky. A seguir, os tratamentos foram adicionados sobre a superfície do papel celofane (MICHHEREFF e outros, 1993). Nos tratamentos com *Trichoderma* spp., foram adicionados discos de BDA contendo micélio mais conídios no centro da placa. Nos tratamentos com *Bacillus* spp., foram adicionadas 4 gotas de 50 µl cada do produto comercial em cada quadrante. Nos tratamentos com extratos vegetais, foram adicionadas 4 gotas de 50 µl em cada quadrante dos extratos na concentração de 1%. E nos tratamentos com fosfito de potássio e azoxistrobina, foi adicionada 1 gota de 50 µl por quadrante do produto comercial na concentração de 300 µL.L<sup>-1</sup> para o fosfito de potássio e de 1 g. L<sup>-1</sup> para a azoxistrobina.

As placas foram incubadas por 24h a 25°C sob fotoperíodo de 12h. Decorridas 24h, as placas com os antagonistas já estabelecidos sobre o papel

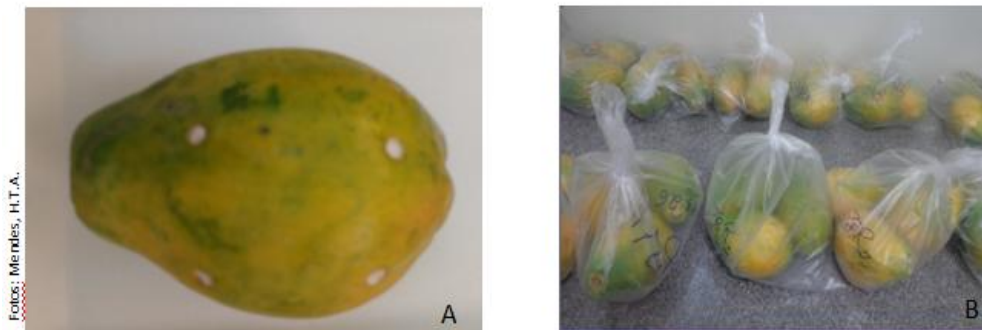
celofane foram abertas em câmara asséptica, e retirou-se o papel celofane juntamente com os antagonistas. As placas foram invertidas e adicionou-se 1mL de clorofórmio na sua parte inferior (tampa) para a eliminação de possíveis estruturas reprodutivas do *Trichoderma* spp. ou do *Bacillus* spp. e outros contaminantes. Após a evaporação do produto, voltou-se as placas à posição original, na qual foram mantidas por 30 minutos em luz ultravioleta e, em seguida, colocou-se um disco de 9 mm de diâmetro do fitopatógeno retirado das margens das colônias. As placas foram mantidas a 25°C sob fotoperíodo de 12h. A testemunha foi constituída de placas contendo apenas o fitopatógeno sem a presença de metabólitos. O potencial de antagonismo dos isolados foi avaliado em intervalos de 24 horas, até o 9º dia após a inoculação, através de medições do crescimento micelial do patógeno.

### 3.4 Teste *in vivo*

No teste *in vivo*, mamões do grupo Solo, da variedade Sunrise Solo, foram obtidos da Central de Abastecimento – CEASA do município de Vitória da Conquista-BA. Os frutos foram adquiridos no estádio 3 de maturação, segundo Ritzinger e outros (2000) e em seguida transportados ao Laboratório da Biofábrica – Uesb, *Campus* Vitória da Conquista-BA, onde foram selecionados, descartando-se aqueles com lesões ou coloração inadequada, a fim de uniformizar o estádio de maturação e o aspecto qualitativo. Os frutos foram lavados com água e detergente, em seguida imersos em solução de hipoclorito de sódio a 2% por dez minutos, lavados com água destilada para retirada de resíduos do produto e totalmente secos ao ar. Em seguida, foram pesados em balança eletrônica e submetidos aos tratamentos.

Os tratamentos utilizados foram: 1 – Testemunha com inoculação do patógeno e com espalhante adesivo; 2 – *Trichoderma longibrachiatum* na concentração de  $2,0 \times 10^8$ ; 3 – *Trichoderma harzianum* na concentração de  $2,0 \times 10^8$ ; 4 – *Bacillus subtilis*; 5 – *Bacillus amyloliquefaciens*; 6 – Extrato de gengibre a 1%; 7 – Extrato de graviola a 1%; 8 – Fosfito de potássio a  $300 \mu\text{L.L}^{-1}$ ; 9 – Azoxistrobina (Amistar®)  $1 \text{ g.L}^{-1}$ . Foi acrescentado ainda  $0,1 \text{ ml.L}^{-1}$  de espalhante adesivo Adesil® para auxiliar na aderência dos tratamentos nos frutos.

Os tratamentos testados foram diluídos em água e acondicionados em baldes de 5 litros, onde os frutos foram imersos por cinco minutos, após esse tempo, foram colocados sobre papel absorvente para secarem por alguns minutos e, em seguida, acondicionados em sacos plásticos por 24 horas. Após esse período, retirou-se os sacos e, sob condições assépticas, os frutos foram perfurados com um perfurador flambado de 0,5 cm de diâmetro, a uma profundidade de dois mm, em quatro locais equidistantes. Sobre a superfície das áreas feridas foram depositados discos de micélio, retirados da extremidade do crescimento micelial cultivados em meio BDA por 9 dias. Em seguida, os frutos foram colocados em sacos plásticos com um algodão umedecido, por 24 horas, com o objetivo de criar uma câmara úmida para estabelecimento da doença (Figura 2). Depois desse período, retirou-se a câmara úmida, e os frutos foram acondicionados em bandejas de polipropileno expandido e mantidos em laboratório à temperatura de 25°C, onde foi avaliado o crescimento micelial das colônias do *Colletotrichum* em dois sentidos, perpendicularmente, com uma régua graduada em milímetros (mm) em intervalos de 48 horas, até o sexto dia.



**Figura 2.** A) Fruto inoculado com discos de micélio de *C. gloeosporioides*. B) Frutos acondicionados em câmara úmida

No último dia de avaliação, foram realizadas as análises de pH, acidez titulável, °brix e perda de massa fresca dos frutos.

A perda de massa fresca foi determinada pela diferença obtida entre a pesagem inicial dos frutos e a pesagem final, sendo os valores expressos em porcentagem.

Os teores de Sólidos solúveis (SS) foram determinados por leitura direta através de um refratômetro digital da marca Instrutherm, modelo RTD-45, sendo os

resultados expressos em °Brix, conforme recomendações do Instituto Adolfo Lutz (1985).

A acidez titulável foi obtida através de amostra de 10 gramas do extrato inicial da polpa do mamão, que foi misturada em 40 mL de água destilada e titulada com NaOH 0,01M, sob agitação constante, até se obter o ponto de viragem (coloração rósea persistente por 30 segundos) com o indicador fenolftaleína. As avaliações foram feitas em triplicata e os resultados expressos em mg de ácido cítrico/100g (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985).

O pH das amostras foi determinado a partir da amostra de 10g da polpa do mamão triturado e diluída em 40 mL de água destilada. A avaliação foi realizada com o auxílio do peagâmetro digital da marca Hanna Instruments, modelo HI 2221.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com nove tratamentos e quatro repetições. Cada unidade experimental foi composta por três frutos com quatro ferimentos cada fruto.

Os dados obtidos foram submetidos aos testes de normalidade (Lilliefors) e homogeneidade de variância (Bartlett). Utilizou-se o programa estatístico SAEG 9.2. Como os dados atenderam às pressuposições de normalidade e homogeneidade, foram submetidos à análise de variância. Para a comparação das médias, foi utilizado o teste Tukey, a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico Sisvar 5.3 (FERREIRA, 2011).



## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Ação dos biocontroladores *in vitro* sobre *Colletotrichum gloeosporioides*

Os resultados demonstram, conforme a Tabela 2, que o tratamento com azoxistrobina apresentou um maior potencial de inibição do crescimento micelial do *Colletotrichum gloeosporioides* desde o primeiro até o nono dia de incubação, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. No nono dia de incubação, todos os tratamentos testados apresentaram ações antagônicas sobre o patógeno *C. gloeosporioides*, diferindo estatisticamente da testemunha.

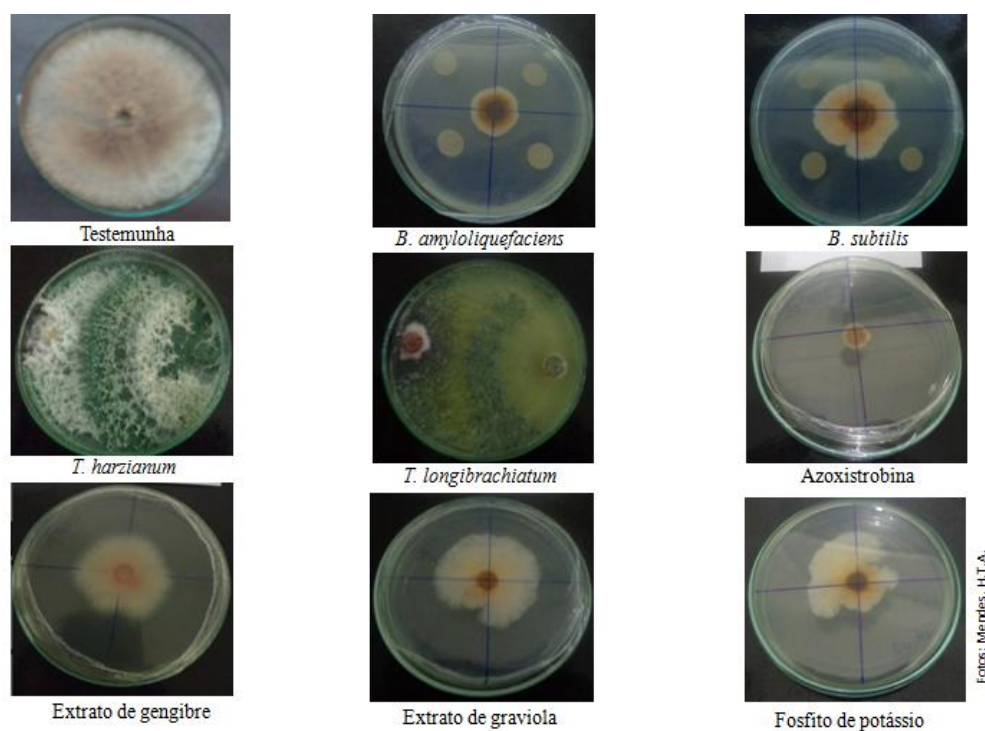
**Tabela 2.** Efeito do *Trichoderma* spp., *Bacillus* spp., extratos vegetais, fosfito de potássio e azoxistrobina sobre o crescimento micelial (cm) de *C. gloeosporioides in vitro* do primeiro ao nono dia de incubação.

Tratamentos	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5	Dia 6	Dia 7	Dia 8	Dia 9
Testemunha	1,22 bc	1,47 c	2,73 f	3,83 g	4,82 h	5,52 g	6,49 f	8,20 f	9,00 f
<i>B. amyloliquefaciens</i>	1,16 b	1,25 b	1,44 bc	1,66 c	1,91 d	2,27 c	2,57 c	2,84 c	2,94 c
<i>B. subtilis</i>	1,26 c	1,40 bc	1,71 def	2,36 e	2,69 f	3,16 ef	3,58 de	4,31 de	4,55 d
<i>T. longibrachiatum</i>	1,17 bc	1,34 bc	1,49 bcd	1,54 c	1,59 c	1,59 b	1,59 b	1,59 b	1,59 b
<i>T. harzianum</i>	1,13 b	1,23 b	1,34 b	1,35 b	1,35 b	1,35 a	1,35 ab	1,35 ab	1,35 ab
Extrato de gengibre	1,18 bc	1,40 bc	1,64 cde	2,00 d	2,46 e	2,89 d	3,46 d	3,94 d	4,34 d
Extrato de graviola	1,17 bc	1,72 d	1,93 e	2,57 f	2,96 g	3,39 f	3,89 e	4,40 e	4,85 e
Fosfito de K	1,18 bc	1,46 c	1,76 de	1,97 d	2,49 e	3,02 de	3,52 d	4,05 de	4,49 d
azoxistrobina	1,00 a	1,02 a	1,13 a	1,13 a	1,13 a	1,17 a	1,20 a	1,21 a	1,23 a
<b>CV %</b>	4,21	6,53	6,66	4,40	3,91	4,12	5,09	4,53	3,81

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

Os tratamentos com o fungicida azoxistrobina, o *T. harzianum* e *T. longibrachiatum* apresentaram maior inibição do crescimento micelial do *C. gloeosporioides*, sendo estatisticamente superiores a todos os outros tratamentos. Dentre os tratamentos biológicos, o *T. harzianum* e *T. longibrachiatum* não se diferenciaram entre si, apresentando os melhores resultados dentre os tratamentos biológicos, seguido do *B. amyloliquefaciens*. O *B. subtilis*, extrato de gengibre e fosfito de potássio não apresentaram diferenças estatisticamente entre si. O extrato de graviola apresentou o menor potencial de inibição micelial do *C. gloeosporioides in vitro*, mas ainda assim foi eficiente.

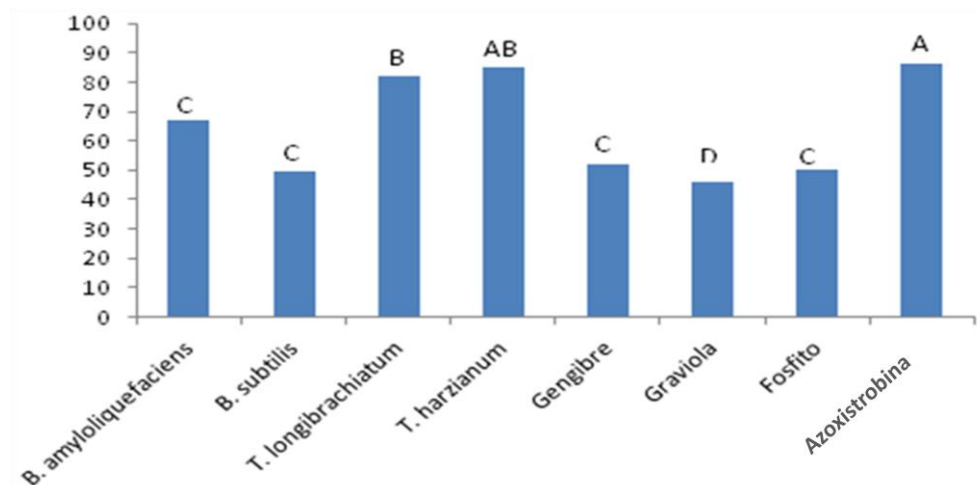
O efeito antagonístico entre os tratamentos testados e o *C. gloeosporioides* pode ser claramente visualizado na Figura 3.



**Figura 3.** Crescimento micelial de *C. gloeosporioides in vitro*, submetido a tratamentos com: *Trichoderma* spp., *Bacillus* spp., extratos vegetais, fosfito de potássio e azoxistrobina ao nono dia de incubação

De acordo com a Figura 3, o tratamento com fungicida químico azoxistrobina inibiu em 86,33% o crescimento micelial do *C. gloeosporioides* ao 9º dia incubação. Resultados positivos semelhantes foram encontrados por Fischer e

outros (2012), que observaram uma porcentagem de inibição *in vitro* do crescimento micelial de *Colletotrichum acutatum* em goiaba de 62,9%, na dose de 100 mg.L<sup>-1</sup> de azoxistrobina.



**Figura 4.** Porcentagem de inibição no crescimento micelial de *C. gloeosporioides* em frutos de mamão *in vitro* por antagonistas biológicos, extratos vegetais, fosfito de potássio e azoxistrobina aos 9 dias de incubação. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

Para os antagonistas biológicos, o *T. harzianum* e *T. longibrachiatum* apresentaram excelentes resultados no controle de *C. gloeosporioides*, com inibição de 85,02% e 82,24%, respectivamente. Resultados semelhantes foram encontrados por Oliveira e outros (2016), estudando a ação antagônica de *Trichoderma* sp. sobre *C. musae*, em banana, *in vitro*, com inibição do crescimento do patógeno de 84%. Matos e outros (2016) observaram que os percentuais de inibição de crescimento micelial de *Phytophthora* sp. mantiveram-se acima de 70%, quando confrontados com *Trichoderma* spp. *in vitro*. Bonett e outros (2013) constataram inibição de 56,71% de *C. musae*, quando confrontado com *T. harzianum in vitro*, aos 10 dias de incubação.

As bactérias *B. subtilis* e *B. amyloliquefaciens* apresentaram uma porcentagem de inibição de 49,44% e 67,26%, respectivamente (Figura 4). Fuga e outros (2011) verificaram que *Bacillus* spp (Bc 004 e Bc-44) promoveu a inibição de *C. gloeosporioides* em frutos de mamão com formação de halo de inibição, resultado da liberação de metabólitos pelos isolados, os quais podem ser

responsáveis pela inibição do crescimento do fungo. Furlani e outros (2007) também obtiveram resultados satisfatórios na inibição *in vitro* do crescimento micelial de *Coletotrichum acutatum* isolados de morangueiro, com isolados de *Bacillus* spp., utilizando a técnica de cultivo pareado.

O fosfito de potássio inibiu em 50,11% o crescimento micelial do patógeno. Resultados superiores foram encontrados por Oliveira e outros (2016), em estudo com banana, nos quais demonstraram que o fosfito de potássio possui excelente atividade fungitóxica para o *C. musae*, com reduções do crescimento de 91,8%. Araujo e outros (2010) observaram que o fosfito de potássio de formulação 0-40-20 interferiu no desenvolvimento do *C. gloeosporioides* em macieira, causando diminuição de 94% no crescimento micelial das colônias. Não se sabe com exatidão sobre o modo de ação dos fosfitos, devido a alguns trabalhos comprovarem que estes sais podem atuar diretamente sobre o patógeno (RIBEIRO e outros, 2006) e/ou pela indução de resistência (SAINDRENANT e outros, 1988).

Os extratos de gengibre e graviola apresentaram inibição do *C. gloeosporioides* de 51,77% e 46,11%, respectivamente.

Rozwalka e outros (2008), ao avaliarem *in vitro* o crescimento micelial de *C. gloeosporioides*, isolado de goiaba, verificaram que o extrato aquoso de gengibre a 10% resultou num crescimento 50% menor que a testemunha, diferindo significativamente desta. Entretanto, Reis (2014) observou uma baixa inibição micelial do *C. gloeosporioides* em mamão *in vitro*, pelo extrato de gengibre a 15%, sendo de apenas 19,09%, diferindo dos dados encontrados no presente trabalho. A provável explicação para a inibição do crescimento micelial do *C. gloeosporioides* pelo extrato de gengibre ocorre pela influência do gingerol, que atua como antioxidante e/ou inibidor de biossíntese do fungo.

Ferreira e outros (2014) observaram baixo efeito do extrato de folhas de graviola no controle *in vitro* do *C. gloeosporioides* em frutos de mamão, com 15,75% de inibição micelial aos nove dias de incubação.

Alguns trabalhos inferem que porcentagens de inibição do crescimento micelial de patógenos de 40% ou mais indicam um possível potencial como agente de controle biológico (LANNA FILHO e outros, 2010).

Segundo a escala de Bell e outros (1982) e de Rodrigues (2010), todos os tratamentos testados apresentaram eficiência no controle do patógeno, diferindo estatisticamente da testemunha (Tabela 3). De acordo com a escala de Bell e outros (1982), os tratamentos químicos com *T. harzianum* e *T. longibrachiatum* apresentaram as melhores notas, sendo superiores aos demais tratamentos testados. Pela escala de Rodrigues (2010), os tratamentos biológicos com *T. longibrachiatum*, *T. harzianum*, *B. amyloliquefaciens* e o químico com azoxistrobina foram estatisticamente superiores aos demais.

**Tabela 3.** Médias das notas do teste de antagonismo *in vitro* de *Trichoderma* spp., *Bacillus* spp., extratos vegetais, fosfito de potássio e azoxistrobina contra *C. gloeosporioides*, utilizando a escala de Bell e outros (1982) e Rodrigues (2010) ao 9º dia de avaliação

<b>Tratamentos</b>	<b>Bell</b>	<b>Rodrigues</b>
<i>C. gloeosporioides</i>	5,0 D	7,0 C
<i>T. longibrachiatum</i>	1,4 AB	1,0 A
<i>T. harzianum</i>	1,0 A	1,8 A
<i>B. amyloliquefaciens</i>	2,0 B	2,2 A
<i>B. subtilis</i>	3,0 C	5,0 B
Extrato de gengibre	3,0 C	5,0 B
Extrato de graviola	3,0 C	5,2 B
Fosfito de potássio	3,0 C	5,0 B
azoxistrobina	1,0 A	1,0 A
<b>CV(%)</b>	11,98	17,27

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Conforme os resultados, observamos que as duas escalas podem ser utilizadas no teste de confrontação direta de isolados de *Trichoderma* spp. contra isolados de *C. gloeosporioides*, sendo que a escala de Bell e outros (1982) apresentou coeficiente de variação menor do que a escala de Rodrigues (2010), supondo ser mais precisa para validação do teste de antagonismo.

#### **4.2 Metabólitos voláteis produzidos por *Trichoderma* spp., *Bacillus* spp., extratos vegetais, fosfito de potássio e azoxistrobina sobre o crescimento micelial de *C. gloeosporioides in vitro***

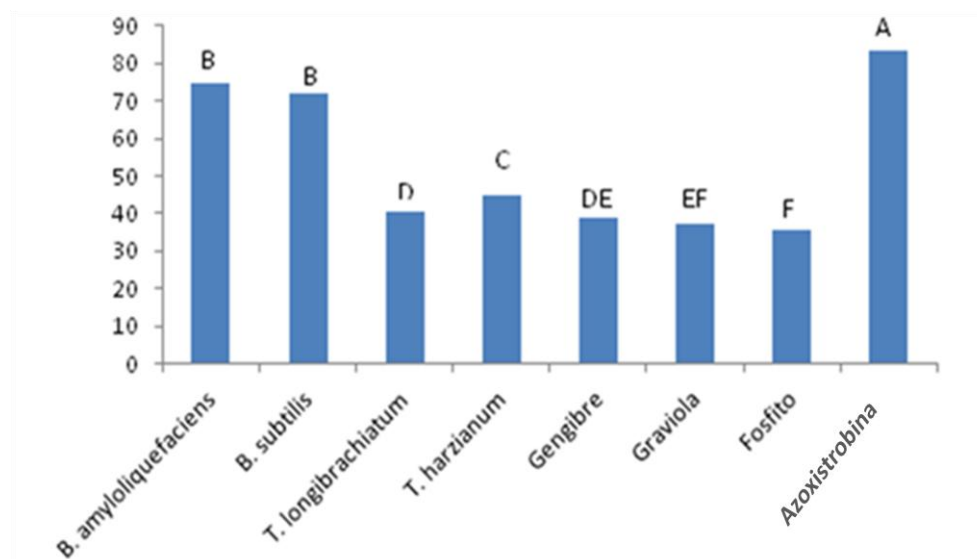
Pelo teste de antibiose, foi possível verificar que todos os tratamentos testados apresentam metabólitos voláteis capazes de inibir o crescimento micelial do patógeno *Colletotrichum gloeosporioides*, diferindo estatisticamente da testemunha, no nono dia de incubação (Tabela 4). O tratamento químico com azoxistrobina® apresentou maior inibição do crescimento micelial do *C. gloeosporioides*, sendo estatisticamente superior a todos os outros tratamentos. Dentre os tratamentos biológicos, o *B. amyloliquefaciens* e o *B. subtilis* apresentaram os melhores resultados, seguidos do *T. harzianum* e *T. longibrachiatum*. Os extratos de gengibre e de graviola não diferiram estatisticamente entre si, apresentando crescimento micelial de 5,49 e 5,67 cm, respectivamente. O fosfito de potássio, dentre todos os tratamentos testados, foi o que demonstrou menor produção de metabólitos voláteis capazes de inibir o crescimento micelial do *C. gloeosporioides in vitro*.

**Tabela 4.** Metabólitos voláteis produzidos por *Trichoderma* spp., *Bacillus* spp., extratos vegetais, fosfito de potássio e azoxistrobina sobre o crescimento micelial de *C. gloeosporioides in vitro* do primeiro ao nono dia de incubação.

<b>Tratamentos</b>	<b>Dia 1</b>	<b>Dia 2</b>	<b>Dia 3</b>	<b>Dia 4</b>	<b>Dia 5</b>	<b>Dia 6</b>	<b>Dia 7</b>	<b>Dia 8</b>	<b>Dia 9</b>
Testemunha	1,55 C	2,30 E	3,75 F	4,75 F	5,64 F	5,83 F	6,93 F	8,06 F	9,0 H
<i>B. amyloliquefaciens</i>	1,15 AB	1,38 AB	1,57 B	1,84 B	2,03 B	2,15 B	2,22 B	2,27 B	2,29 B
<i>B. subtilis</i>	1,18 AB	1,49 B	1,81 B	1,95 B	2,11 B	2,28 B	2,37 B	2,44 B	2,50 C
<i>T. longibrachiatum</i>	1,56 C	2,21 DE	2,98 E	3,37 E	4,02 E	4,49 E	4,77 DE	5,09 DE	4,99 D
<i>T. harzianum</i>	1,54 C	1,89 C	2,20 C	2,77 C	3,11 C	3,61 C	4,07 C	4,53 C	5,33 E
Extrato graviola	1,23 AB	1,83 C	2,43 CD	2,98 CD	3,55 D	4,16 D	4,71 D	5,06 D	5,49 EF
Extrato gengibre	1,29 B	1,96 CD	2,62 D	3,16 DE	3,70 D	4,31 DE	4,84 DE	5,24 DE	5,67 FG
Fosfito de K	1,50 C	2,20 DE	2,68 D	3,25 DE	3,76 D	4,40 E	4,93 DE	5,29 E	5,81 G
azoxistrobina	1,08 A	1,14 A	1,20 A	1,25 A	1,30 A	1,34 A	1,40 A	1,44 A	1,49 A
<b>CV %</b>	6,42	6,76	5,31	4,97	3,17	2,93	4,03	2,47	1,99

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

O tratamento com azoxistrobina produziu substâncias voláteis capazes de inibir em 83,44% o crescimento micelial do *C. gloesporioides in vitro* (Figura 5). Provavelmente, isso ocorreu devido à possível liberação de metabólitos pelo fungicida que se manteve em contato com o *C. gloesporioides* dentro da mesma placa de Petri, durante todo o período avaliado.



**Figura 5.** Porcentagem de inibição do crescimento micelial de *C. gloesporioides in vitro* por metabólitos voláteis produzidos por antagonistas biológicos, extratos vegetais, fosfito de potássio e azoxistrobina aos 9 dias de incubação. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Os tratamentos com *B. subtilis* e *B. amyloliquefaciens* promoveram notáveis efeitos fungistáticos sobre o fitopatógeno, produzindo substâncias voláteis capazes de inibir em 72,22% e 74,46%, respectivamente, o desenvolvimento do patógeno (Figura 5). Essa inibição ocorreu porque bactérias do gênero *Bacillus* são conhecidas por produzir metabólitos muito agressivos. Chen e outros (2008) encontraram 14 compostos voláteis de *B. subtilis*, identificados através da cromatografia gasosa de espectro de massa, com aparente fonte de compostos bioativos. Rollemberg (2008), para detecção de compostos antifúngicos extracelulares termoestáveis, verificou que houve a produção de um composto com essas características contra *C. gloesporioides*, *C. acutatum* e *Glomerella cingulata*.



O *T. harzianum* e *T. longibrachiatum* inibiram o crescimento micelial de *C. gloesporioides in vitro*, aos nove dias de incubação, em 44,55% e 40,68%, respectivamente, através da produção de metabólitos voláteis (Figura 5). Resultados semelhantes foram encontrados por Bonett e outros (2013), ao observarem efeito inibitório dos metabólitos voláteis produzidos pelos isolados *Trichoderma harzianum*, *T. viride*, *T. virens* e *T. koningii* no crescimento micelial do fitopatógeno *C. musae* ao 10º dia de cultivo. Ribeiro e outros (2016) observaram que o *T. harzianum* foi capaz de diminuir a agressividade da antracnose em frutos de mamão *in vivo* e *in vitro*. Dantas (2016) verificaram que *Trichoderma harzianum* foi muito eficiente na inibição do crescimento micelial de *C. gloesporioides* em frutos de mamão Formosa “Tainung” 01.

De acordo com Vey e outros (2001), a possível explicação para a supressão do crescimento micelial possa ser a grande variedade de metabólitos secundários voláteis produzidos por *Trichoderma* spp., tais como: etileno, cianeto de hidrogênio, aldeídos e cetonas que desempenham importante papel no controle dos patógenos de plantas.

O extrato de gengibre e de graviola apresentaram 38,98% e 37,0%, respectivamente, de inibição do crescimento micelial de *C. gloesporioides in vitro*, aos nove dias de incubação, através da produção de metabólitos voláteis (Figura 5).

Esses dados confirmam o evidenciado por Morzelle e outros (2017), que afirmam que os metabólitos secundários presentes no extrato bruto ou no óleo essencial extraído de vegetais apresentam potencial no controle de doenças em plantas.

O fosfito de potássio demonstrou inibição de 35,44% sobre o crescimento micelial do *C. gloesporioides in vitro* através da produção de metabólitos voláteis (Figura 5).

O íon fosfito parece ter ação direta sobre o patógeno, mas alguns autores relatam que ele também apresenta ação indutora de resistência nas plantas, que pode ocorrer pela produção de fitoalexinas, acúmulo de lignina, fenóis solúveis e ativação de outros compostos de defesa das plantas (PEREIRA e outros, 2012).

### 4.3 Metabólitos não voláteis produzidos por *Trichoderma* spp., *Bacillus* spp., extratos vegetais, fosfito de potássio e azoxistrobina sobre o crescimento micelial de *C. gloeosporioides*

De acordo com a Tabela 5, os tratamentos testados apresentaram metabólitos voláteis capazes de inibir o crescimento micelial do *C. gloeosporioides*, exceto o tratamento químico, que não diferiu estatisticamente da testemunha. Os *B. amyloliquefaciens* e *B. subtilis* apresentaram maiores efeitos fungistáticos sobre o fitopatógeno, seguidos por *T. harzianum* e *T. longibrachiatum*, que não diferiram estatisticamente entre si. Os extratos de gengibre, graviola e o fosfito de potássio apresentaram menores efeitos no controle *in vitro* de *C. gloeosporioides* através de seus metabólitos não voláteis. O tratamento químico não produziu metabólitos não-voláteis capazes de inibir o crescimento micelial de *C. gloeosporioides in vitro*.

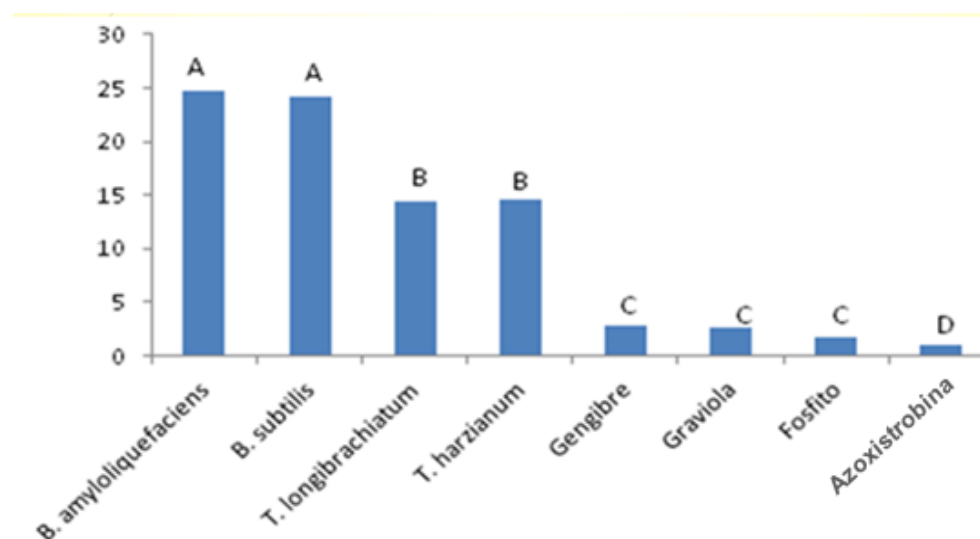
**Tabela 5.** Metabólitos não voláteis produzidos por *Trichoderma* spp., *Bacillus* spp., extratos vegetais, fosfito de potássio e azoxistrobina sobre o crescimento micelial (cm) de *C. gloeosporioides in vitro* do primeiro ao nono dia de incubação

Tratamentos	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5	Dia 6	Dia 7	Dia 8	Dia 9
Testemunha	1,29 b	1,89 c	2,86 b	3,98 c	5,71 d	6,62 cd	7,57 c	8,45 d	9,00 e
<i>B. amyloliquefaciens</i>	1,14 ab	1,30 a	2,45 a	3,61 a	5,12 a	5,85 a	6,41 a	6,65 a	6,77 a
<i>B. subtilis</i>	1,22 ab	1,33 a	2,46 a	3,73 ab	5,23 ab	5,94 a	6,45 a	6,70 a	6,82 a
<i>T. longibrachiatum</i>	1,19 ab	1,38 a	2,73 b	3,77 b	5,32 b	6,32 b	7,22 b	7,45 b	7,69 b
<i>T. harzianum</i>	1,19 ab	1,32 a	2,72 b	3,78 b	5,27 b	6,30 b	7,20 b	7,40 b	7,65 b
Extrato graviola	1,19 ab	1,69 b	2,75 b	3,80 b	5,49 c	6,52 c	7,54 c	8,15 c	8,75 c
Extrato gengibre	1,17 ab	1,77 bc	2,79 b	3,80 b	5,50 c	6,53 cd	7,53 c	8,16 c	8,76 c
Fosfito de K	1,21 ab	1,75 bc	2,79 b	3,79 b	5,58 c	6,63 d	7,57 c	8,23 c	8,85 cd
azoxistrobina	1,11 a	1,81 bc	2,74 b	3,81 b	5,60 cd	6,60 cd	7,56 c	8,26 c	8,91 de
CV (%)	6,71	5,07	3,40	1,75	1,00	0,79	0,70	0,84	0,78

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

*B. amyloliquefaciens* e *B. subtilis* produziram metabólitos não voláteis capazes de inibir em 24,68% e 24,22%, respectivamente, o crescimento do *C. gloeosporioides*, demonstrando serem promissores como produtores de metabólitos não voláteis com ação inibitória no crescimento do patógeno em estudo (Figura 6).

Espécies de *B. subtilis* são conhecidas por produzirem diversos lipopeptídios de características biológicas com atividades antimicrobianas, como surfactina, fengicina, iturina, mersacidina e bacilomicina (CHUNG e outros, 2008).



**Figura 6.** Porcentagem de inibição do *C. gloeosporioides in vitro*, por metabólitos não voláteis produzidos por *Trichoderma* spp., *Bacillus* spp., extratos vegetais, fosfito de potássio e azoxistrobina, aos 9 dias de incubação. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Os tratamentos com *T. harzianum* e *T. longibrachiatum* inibiram em 14,97% e 14,46%, respectivamente, o crescimento micelial de *C. gloeosporioides in vitro* aos 9 dias de incubação (Figura 6). Resultados semelhantes foram encontrados por Carvalho e outros (2011), nos quais observaram que o crescimento micelial de *Fusarium oxysporum f.sp. phaseoli* variou entre 6,12% a 18,69% sobre ação de metabólitos não voláteis de *T. harzianum*. Guimarães e outros (2016), estudando o efeito de metabólitos não voláteis termoestáveis de isolados de *Trichoderma harzianum*, constataram que todos os isolados foram similares entre si, inibindo entre 29 e 40% o crescimento de *Cladosporium herbarum*. Martins e outros (2007) verificaram que isolados de *Trichoderma* spp. foi capaz de inibir o

desenvolvimento de *C. gloeosporioides in vitro*, pela produção de substâncias tóxicas não voláteis.

Os extratos vegetais de gengibre e graviola e o fosfito de potássio inibiram em 2,73%, 2,64% e 1,64%, respectivamente, o crescimento micelial de *C. gloeosporioides in vitro* aos nove dias de incubação, o que demonstra um baixo efeito dos metabólitos não voláteis produzidos por esses produtos no controle de *C. gloeosporioides*. Infere-se que a produção de metabólitos não voláteis pode não ser o principal mecanismo de inibição dos extratos vegetais de gengibre e graviola e o fosfito de potássio ao *C. gloeosporioides in vitro*.

De modo geral, o tratamento com o fungicida químico azoxistrobina apresentou o maior controle no desenvolvimento micelial do *C. gloeosporioides* no teste de antagonismo e de metabólitos voláteis, não apresentando produção de metabólitos não voláteis capazes de inibir o patógeno. Dentre os produtos de biocontrole, o *T. harzianum* e *T. longibrachiatum* foram muito eficazes em cultivo pareado, apresentando bom desempenho também na produção de metabólitos voláteis e não voláteis capazes de inibir o patógeno. *B. subtilis* e *B. amyloliquefaciens* foram os mais eficientes na produção de metabólitos voláteis e não voláteis com potencial inibidor de *C. gloeosporioides*. Os tratamentos que obtiveram menores resultados para todos os testes *in vitro* realizados foram o do fosfito de potássio seguido do extrato de graviola e extrato de gengibre.

#### **4.4 Teste *in vivo***

Para as avaliações *in vivo*, não houve diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos no segundo dia de avaliação. No entanto, verificou-se maior controle ao *C. gloeosporioides* pelos tratamentos com azoxistrobina, extrato de gengibre, extrato de graviola e fosfito de potássio no quarto dia de avaliação.

No sexto dia de avaliação, o tratamento com azoxistrobina foi superior aos demais tratamentos com inibição de 50,70%, apresentando maior controle de *C. gloeosporioides* inoculados em frutos de mamão ‘Sunrise Solo’. Os tratamentos com extrato de gengibre e extrato de graviola não diferiram estatisticamente entre si, demonstrando serem os melhores tratamentos biológicos para o controle de *C.*

*gloeosporioides in vivo*. O fosfito de potássio foi capaz de inibir em 38,46% o crescimento micelial do patógeno. *Trichoderma harzianum* e *T. longibrachiatum* não apresentaram diferença estatística entre si. O *B. subtilis* apresentou menor potencial de controle de *C. gloeosporioides in vivo*, quando comparado com os outros tratamentos testados (Tabela 6).

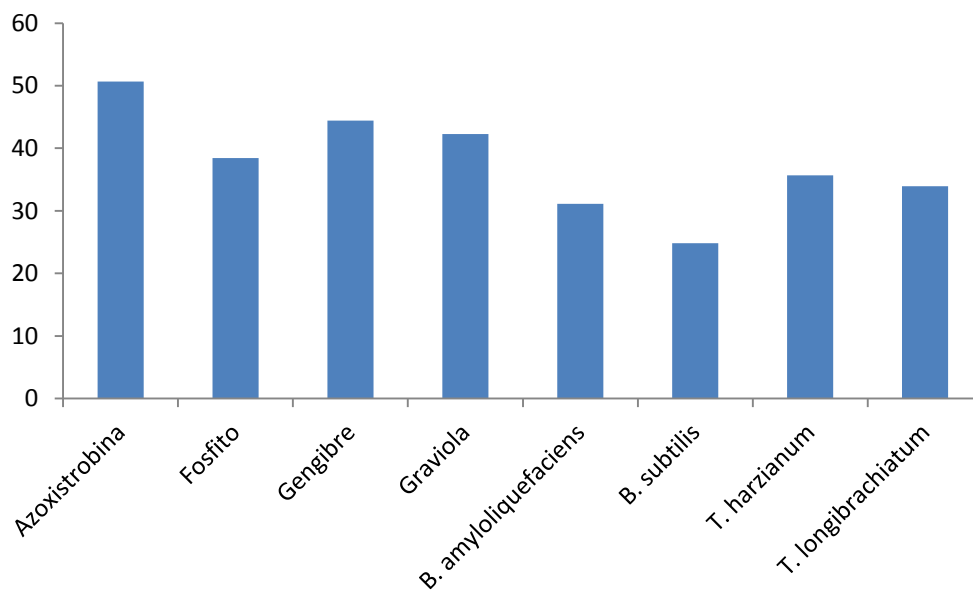
**Tabela 6.** Média do diâmetro (cm) das lesões de *C. gloeosporioides* em frutos de mamão ‘Sunrise Solo’ imersos em diferentes tratamentos: *Trichoderma* spp., *Bacillus* spp., extratos vegetais, fosfito de potássio e azoxistrobina.

Tratamentos	Dia 2	Dia 4	Dia 6
Testemunha	0,57 A	1,56 C	2,86 G
<i>T. longibrachiatum</i>	0,53 A	1,17 ABC	1,89 DE
<i>T. harzianum</i>	0,51 A	1,32 ABC	1,84 DE
<i>B. subtilis</i> .	0,57 A	1,46 BC	2,15 F
<i>B. amyloliquefaciens</i>	0,50 A	1,07 AB	1,97 E
Extrato graviola	0,50 A	1,00 A	1,65 BC
Extrato gengibre	0,51 A	0,93 A	1,59 B
Fosfito de potássio	0,50 A	0,99 A	1,76 CD
azoxistrobina	0,50 A	0,99 A	1,41 A
<b>CV (%)</b>	3,06	4,56	3,57

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

O uso de fungicidas químicos é uma prática muito utilizada no controle de *Colletotrichum* em frutos de mamão na pós-colheita. Segundo Cia (2005), a aplicação em pré-colheita de acinbenzolar-S-metil em mistura com azoxistrobina é eficiente na proteção dos frutos de mamoeiro em pós-colheita contra antracnose, reduzindo a incidência e a severidade da doença.

Os tratamentos com *T. harzianum* e *T. longibrachiatum* demonstraram potencial de inibição micelial do *C. gloeosporioides in vivo* de 33,92% e 35,66%, respectivamente (Figura 7).



**Figura 7.** Porcentagem de inibição de *C. gloeosporioides* em frutos de mamão ‘Sunrise Solo’ no sexto dia de avaliação, submetidos a diferentes tratamentos com *Trichoderma* spp., *Bacillus* spp., extratos vegetais, fosfito de potássio e azoxistrobina.

Ribeiro e outros (2016) observaram que o *T. harzianum* foi capaz de diminuir a agressividade da antracnose em frutos de mamão *in vivo* e *in vitro*.

Oliveira e outros (2013) encontraram resultados positivos ao estudar o controle da podridão pós-colheita causada por *Colletotrichum* em banana. Entre os antagonistas utilizados, o fungo *Trichoderma* sp. mostrou-se o mais eficaz, com percentual de inibição do patógeno de 56%.

O fosfito de potássio apresentou inibição do crescimento micelial de *C. gloeosporioides in vivo* de 38,46% (Figura 7). Lopes e outros (2017) verificaram que o fosfito de potássio foi eficaz na redução do crescimento micelial e produção de conídios de *C. gloeosporioides in vivo* em frutos de mamão ‘Sunrise Solo’. Oliveira e outros (2013) verificaram que o uso do fosfito de potássio reduziu em 28% o crescimento micelial de *C. musae* em frutos de banana. Ferraz (2010) demonstrou que o fosfito Zn e o fosfito K foram mais eficientes no controle do *C. gloeosporioides* em goiabas pós-colheita. As doses de 1,5 mL.L<sup>-1</sup> e 2,0 mL.L<sup>-1</sup> do fosfito K foram mais eficientes na redução do diâmetro das lesões e do número de lesões provenientes de infecção natural nos frutos. Segundo Brackmann e outros (2005), o fosfito de potássio foi eficiente no controle de podridão pós-colheita de

*Penicillium* spp., em maçã 'Fuji'. Blum e outros (2007) obtiveram controle do mofo azul em maçãs 'Fuji' e 'Gala' com aplicação pós-colheita de fosfito de potássio.

Os extratos de gengibre e de graviola inibiram em 44,40% e 42,31%, respectivamente, o crescimento micelial de *C. gloeosporioides in vivo* (Figura 7). Resultados semelhantes foram encontrados por Asgar e outros (2016), ao avaliarem a eficácia do óleo de gengibre a 2,0% e extrato de gengibre a 1,5%, combinado com a goma arábica a 10% no controle da antracnose e na qualidade de frutos de mamão durante o armazenamento refrigerado, observaram que o óleo de gengibre combinado com a goma arábica inibiu a germinação dos conídios de *C. gloeosporioides* em 93%, o que demonstra a eficácia deste biofungicida para o controle da antracnose na pós-colheita do mamão. Alves (2008), ao avaliar os efeitos de extrato aquoso de gengibre, na concentração de 6%, em pimentão inoculados com sete isolados *C. gloeosporioides*, verificou que a eficiência do extrato aquoso de gengibre variou de 48,1 a 91,1%, indicando a possibilidade de existência de variabilidade entre os isolados do patógeno.

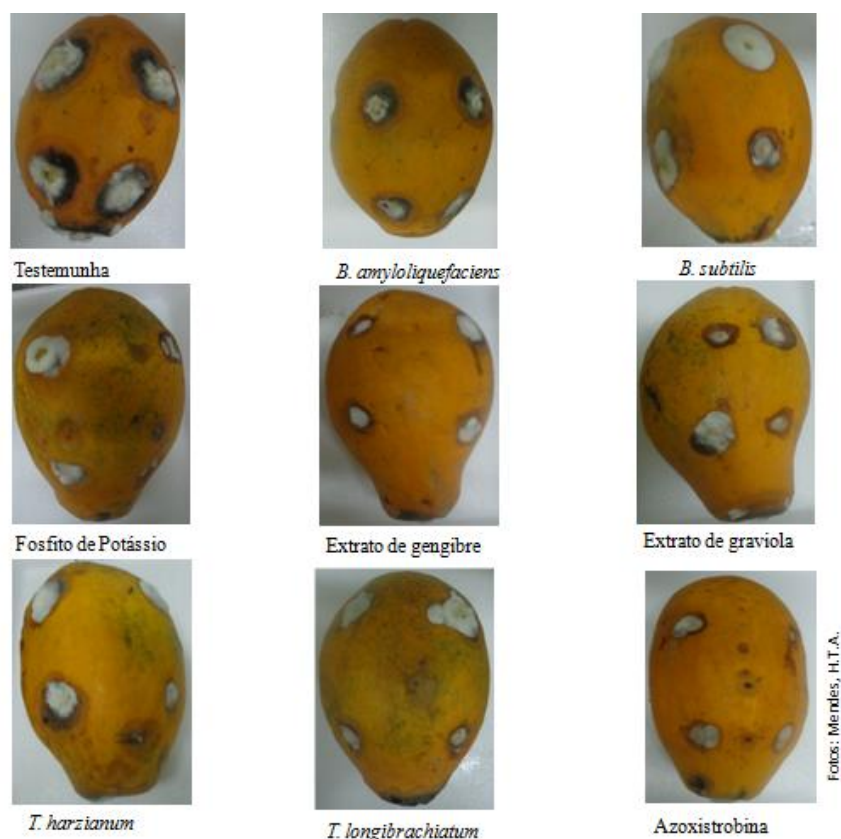
Os resultados positivos encontrados indicam o potencial do uso dos extratos de gengibre e de graviola para o controle de doenças fúngicas em frutos.

O *B. amyloliquefaciens* apresentou porcentagem de inibição micelial de *C. gloeosporioides in vivo* de 31,12% (Figura 6). A eficácia de bactérias do gênero *Bacillus* no controle de doenças de pós-colheita foi constatada no trabalho desenvolvido por Arrebola e outros (2010). Esses autores demonstraram que a aplicação de *B. amyloliquefaciens* (PPCB004) em frutos de laranja, 24 horas antes ou depois da inoculação com os patógenos, apresentou controle diferenciado, variando com o patógeno. Para *C. gloeosporioides*, a aplicação, após a inoculação, apresentou melhor controle.

*Bacillus subtilis* demonstrou menor potencial de inibição do patógeno, com 24,57%, quando comparados aos outros tratamentos testados (Figura 7). Embora *B. subtilis* seja citado como antagonico de sucesso no controle de várias doenças, sua baixa eficiência tem sido relatado por outros autores, como Oliveira e outros (2013), que encontrou um potencial de inibição de *C. musae* em frutos de banana de apenas 8%. Forner e outros (2013) verificaram que o *B. subtilis* e *B.*

*licheniformis* não controlaram o *Penicillium digitatum* em frutos pós-colheita de laranja-pera, mostrando que os organismos testados não apresentaram atividade curativa contra o bolor verde.

A Figura 8 demonstra a lesão nos frutos de mamão ‘Sunrise Solo’ inoculados com discos de *C. gloesporioides*, submetidos a tratamentos com: *Trichoderma* spp., *Bacillus* spp., extratos vegetais fosfito de potássio e azoxistrobina e testemunha inoculada, no sexto dia de inoculação.



**Figura 8.** Frutos de mamão ‘Sunrise Solo’ inoculados com *C. gloesporioides*, submetidos a tratamentos com: *Trichoderma* spp., *Bacillus* spp., extratos vegetais, fosfito de potássio e azoxistrobina ao sexto dia de inoculação.

#### 4.4.1 Análises pós-colheita dos frutos

De acordo com a Tabela 7, frutos tratados com *T. longibrachiatum* apresentaram menor perda de massa no sexto de dia de armazenamento, diferindo estatisticamente da testemunha. Os demais tratamentos não diferiram estatisticamente da testemunha.



**Tabela 7.** Avaliação da perda de massa de frutos (g), porcentagem de perda de massa, sólidos solúveis (SS%), pH e acidez de frutos de mamão ‘Sunrise Solo’ no sexto dia, submetidos a tratamentos por imersão de *Trichoderma* spp., *Bacillus* spp., extratos vegetais, fosfito de potássio e azoxistrobina.

<b>Tratamentos</b>	<b>Perda de Massa (g)</b>	<b>%Perda de Massa</b>	<b>SS (%)</b>	<b>pH</b>	<b>Acidez</b>
Testemunha	70,10 B	16,07 B	13,55 A	4,78 B	2,02 B
<i>T. longibrachiatum</i>	42,06 A	10,07 A	12,95 A	5,41 AB	1,00 A
<i>T. harzianum</i>	57,65 AB	13,58 AB	13,35 A	5,06 AB	1,20 A
<i>B. amyloliquefaciens</i>	54,48 AB	12,56 AB	13,47 A	5,21 AB	1,05 A
<i>B. subtilis</i>	59,60 AB	13,67 AB	12,85 A	5,50 A	1,00 A
Extrato gengibre	58,50 AB	13,63 AB	12,82 A	5,20 AB	1,25 A
Extrato graviola	51,56 AB	11,62 AB	13,07 A	5,44 AB	1,00 A
Fosfito de K	54,16 AB	11,96 AB	13,02 A	5,47 A	0,90 A
Azoxistrobina	50,49 AB	11,39 AB	12,25 A	5,56 A	0,87 A
<b>CV (%)</b>	15,98	15,43	4,55	5,68	17,03

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Embora estatisticamente não houvesse diferença entre a testemunha e os demais tratamentos testados para a perda de massa seca, conforme a Figura 9, é possível observar visualmente a diferença da deterioração da polpa do fruto do mamão na testemunha em relação aos frutos submetidos aos tratamentos.



**Figura 9.** Parte interna de frutos de mamão ‘Sunrise Solo’ inoculados com *C. gloeosporioides*, submetidos a tratamentos com: *Trichoderma* spp., *Bacillus* spp., extratos vegetais, fosfito de potássio e azoxistrobina ao sexto dia de inoculação.

Segundo Chitarra e Chitarra (2005), o valor da perda de massa considerado o máximo aceitável para frutos e hortaliças a fim de não comprometer a aparência destes é 10%. De acordo com os dados obtidos no presente trabalho, apenas os frutos tratados com *T. longibrachiatum* apresentaram valor em conformidade com os autores citados. A perda de massa dos frutos pode ser ocasionada pela perda de turgescência dos tecidos vegetais. Dias e outros (2011) relataram que a perda de massa em frutos de mamoeiro não tratados pode ser superior a 12% após 10 dias de armazenamento, sob temperatura ambiente. A epiderme do mamão é muito delgada, o que propicia maior perda de umidade para o meio externo, devido à diferença de pressão de vapor entre o fruto e o ambiente.

Não houve diferença significativa para os teores de sólidos solúveis dos frutos em nenhum dos tratamentos testados, demonstrando que os teores de açúcar dos frutos não foram alterados com os tratamentos. Resultados semelhantes foram encontrados por Demartelaere e outros (2015), que relataram não haver diferença

significativa quanto ao teor de sólidos solúveis e acidez titulável de frutos de mamão tratados com extratos de *M. charantia* e *A. blanchetti*.

A testemunha apresentou o menor índice de pH, diferindo estatisticamente dos tratamentos com azoxistrobina, fosfito de potássio e *B. subtilis*.

A maior acidez titulável dos frutos foi encontrada na testemunha, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos testados. Isso provavelmente ocorreu devido ao avanço no amadurecimento dos frutos durante o período de armazenamento, que foi visualmente maior nos frutos inoculados com *C. gloeosporioides* e que não receberam nenhum tipo de tratamento.

De acordo com Góis (2009), o potencial hidrogeniônico (pH) representa uma medida indireta e inversa do grau de acidez de frutas e hortaliças, sendo que, quanto maior a acidez, menor é o valor de pH.

A acidez é um dos principais componentes do sabor, no entanto, a aceitação geral do fruto depende do balanço entre ácidos e açúcares (MASCARENHAS e outros, 2010).

Constata-se pelos resultados obtidos neste trabalho que, fungos do gênero *Trichoderma* spp. e bactérias do gênero *Bacillus* spp. possuem capacidade de controle do *C. gloeosporioides* próximo ao da azoxistrobina, *in vitro*. Para o controle *in vivo* em frutos de mamão, os extratos vegetais de gengibre e graviola foram os tratamentos alternativos mais eficazes contra o patógeno. Diante desses resultados pode-se afirmar que tais controles alternativos apresentam potencial para serem utilizados isolados ou de forma integrada, visando atingir o patógeno tanto na agricultura convencional como na orgânica. Os resultados obtidos no presente trabalho sugere também a realização de pesquisas científicas visando a obtenção de raças mais eficazes do fungo *Trichoderma* spp. e bactérias do gênero *Bacillus* spp. visando elevar a eficácia para o controle de *Colletotrichum gloeosporioides*. Da mesma forma sugere-se estudos complementares sobre diferentes concentrações dos extratos utilizados, associados a tempo de imersão visando incrementar o efeito biofungicida dos mesmos no referido patógeno. Novas pesquisas se fazem necessárias com o uso combinados desses tratamentos, considerando que cada um apresenta uma ou mais formas de inibição do patógeno (parasitismo, produção de

metabólicos voláteis e não voláteis, etc) e que, em associação poderiam ainda aumentar a eficácia do controle.

## 5. CONCLUSÕES

Com base nos resultados encontrados, conclui-se que:

*Trichoderma* spp., *Bacillus* spp., extratos vegetais de gengibre e graviola, fosfito de potássio e azoxistrobina são eficientes no controle de *Colletotrichum gloeosporioides* *in vitro*.

Os metabólitos voláteis de *Trichoderma* spp., *Bacillus* spp., extratos vegetais de gengibre e graviola, fosfito de potássio e azoxistrobina possuem ação antifúngica a *C. gloeosporioides*.

*Trichoderma* spp., *Bacillus* spp., extratos vegetais de gengibre e graviola e fosfito de potássio produzem metabólitos não voláteis capazes de inibir o crescimento micelial do patógeno *C. gloeosporioides* *in vitro*.

Os tratamentos testados são eficientes no controle *in vivo* de *C. gloeosporioides* em frutos de mamão, com destaque para o fungicida azoxistrobina e para os tratamentos alternativos com extratos de gengibre e graviola, indicando que estes são uma alternativa potencial e viável no controle deste patógeno em pós-colheita de mamão.

O uso dos tratamentos alternativos de forma integrada poderá representar um importante potencial de uso na pós-colheita de frutos de mamão.

## REFERÊNCIAS

- AGRIOS, G. N. Plant diseases caused by fungi . In: AGRIOS , G. N. **Plant Pathology**. 5<sup>th</sup> ed. New York: Elsevier Academic, p. 385-614, 2005.
- AGROFIT. Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. **Consulta de ingrediente ativo**. Disponível em:  
[http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons!/ap\\_ing\\_ativo\\_detalhe\\_cons?p\\_id\\_ingrediente\\_ativo=20](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons!/ap_ing_ativo_detalhe_cons?p_id_ingrediente_ativo=20) Acesso em: 20 de Junho de 2017.
- ALMEIDA, T.F., CAMARGO, M., PANIZZI, R.C. Efeito de extratos de plantas medicinais no controle de *Colletotrichum acutatum*, agente causal da flor preta do morangueiro. **Summa Phytopathologica**, v.35, n.3, p.196-201, 2009.
- ALVES, K. F. **Controle alternativo da antracnose do pimentão com extratos vegetais**. Dissertação (mestrado em Fitopatologia), 2008. 47 f. Universidade Federal de Pernambuco.
- AMARAL, M.F.Z.J.; BARA, M.T.F. Avaliação da atividade antifúngica de extratos de plantas sobre o crescimento de fitopatógenos. **Revista Eletrônica de Farmácia**, v.2, n.2, p.5-8, 2005.
- AMORIM, E.P.R.; ANDRADE, F.W.R.; MORAES, E.M.S. et al. Atividade antibacteriana de óleos essenciais e extratos vegetais sobre o desenvolvimento de *Ralstonia solanacearum* em mudas de bananeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, p.392-398, 2011.
- AMORIN, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN-FILHO, A. **Manual de Fitopatologia**. Piracicaba: Agronômica Ceres. I: 4 ed. p. 383-387. 2011.
- ANKE, T. The antifungal strobilurins and their possible ecological role. **Canadian Journal Botany**, Ottawa, v. 73, n. 1, p. 940-945, 1995.
- ANTONIOLLI, L. R.; SILVA, G. A.; ALVES, S. A. M.; MORO, L. Controle alternativo de podridões pós-colheita de framboesas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 46, n. 9, p. 979-984, 2011.
- ARAÚJO, L.; VALDEBENITO-SANHUEZA, R. M.; STADNIK, M. J. Avaliação de formulações de fosfato de potássio sobre *Colletotrichum gloeosporioides in vitro* e no controle pós-infeccional da mancha foliar de *Glomerella* em macieira. **Tropical Plant Pathology**, Viçosa, v. 35, n. 1, p. 54-59, 2010.
- ARREBOLA, E.; JACOBS, R.; KORSTEN, L. Iturin A is the principal inhibitor in the biocontrol activity of *Bacillus amyloliquefaciens* PPCB004 against postharvest fungal pathogens. **Journal of Applied Microbiology**, Oxford, v. 108, n. 2, p. 386-395, 2010.

- ASAKA, O.; SHODA, M. Biocontrol of *Rhizoctonia solani* Damping-Off of Tomato with *Bacillus subtilis* RB14. **Applied and environmental microbiology**, Washington, v.62, n.11, p.4081-4085, 1996.
- ASGAR, A.; HEY, G.K.; KEAT, Y.W. Efficacy of ginger oil and extract combined with gum arabic on anthracnose and quality of papaya fruit during cold storage. **Journal of Food Science and Technology**, v.3, n.1, p. 1-10, 2016.
- BAUTISTA-BANÓS, S.; SIVAKUMAR, D.; BELLO-PÉREZ, A.; VILLANUEVAARCE, R.; HERNÁNDEZ-LÓPEZ, M. A review of the management alternatives for controlling fungi on papaya fruit during the postharvest supply chain. v. 4, p. 8-20. **Postharvest Biology and Technology**, 2013.
- BELL, D. K.; WELLS, H. D.; MARKHAM, C. R. *In vitro* antagonism of *Trichoderma* species against six fungal plant pathogens. **Phytopathology**, Cornell, v.72, n.4, p.379-382, 1982.
- BENATO, E. A., CIA, P.; SOUZA, N. L. Manejo de doenças de frutas pós-colheita. **Revisão anual de patologia de plantas**, v. 9, p. 403-440. 2001.
- BENÍTEZ, T.; RINCÓN, A.M.; LIMÓN, M.C.; CODÓN, A.C. Biocontrol mechanisms of *Trichoderma* strains. **International Microbiology**, v.7, n.4, p. 249-260, 2004.
- BETTIOL, W.; GHINI, R. Controle Biológico. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Ed.). **Manual de Fitopatologia: Princípios e Conceitos**. 3 ed. São Paulo: Ceres, p. 717-728, 1995.
- BETTIOL, W.; MORANDI, MAB **Biocontrole de doenças em plantas: uso e perspectivas**. São Paulo: EMBRAPA-CNPDA, Embrapa Meio Ambiente, Cap 1. 2009.
- BHARAT, R.; SINGH, V.N.; SINGH, D.B. *Trichoderma viride* as a mycoparasite of *Aspergillus* spp. **Plant and Soil**, Varanasi, v.57, p.131-135, 1980.
- BIBIANO, H.S.; SÁBER, M.L. Extratos de *Cymbopogon citratus* e *Annona muricata* como inibidores do crescimento micelial de fungos fitopatogênicos. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 9, n. 2, p. 61-72. 2017.
- BLUM, L.E.B.; AMARANTE, C.V.T.; DEZANET, A.; LIMA, E.B.; NETO, P.H.; ÁVILA, R.D.; SIEGA, V. Fosfitos aplicados em pós-colheita reduzem o mofo-azul em maçãs 'Fuji' e 'Gala'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 2, p. 265- 268, 2007.

BOMFIM, M. P.; SÃO JOSÉ, A.R.; REBOUÇAS, T. N. H.; ALMEIDA, S. S.; SOUZA, I.V.B. DIAS, N.O.. Avaliação antagônica *in vitro* e *in vivo* de *Trichoderma* spp. a *Rhizopus stolonifer* em maracujazeiro amarelo. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.36, n.1, p.61-67, 2010.

BONETT, L. P.; HURMANN, E.M.S.; POZZA JÚNIOR, M.C.; ROSA, T.B.; SOARES, J.L. Biocontrole *in vitro* de *Colletotrichum musae* por Isolados de *Trichoderma* spp. **Uniciências**, v. 17, n. 1, p. 5-10, 2013.

BONETT, L.P; MULLER, G.M; WESSLING, C.R. et al. Extrato etanólico de representantes de cinco famílias de plantas e óleo essencial da família Asteraceae sobre o fungo *Colletotrichum gloeosporioides* coletados de frutos de mamoeiro (*Carica papaya* L.). **Revista Brasileira de Agroecologia**, Paraná, p.116-125. 2012.

BONETT, L. P.; WESSLING, C.R.; GAMELO, F.P.; MÜLLER, G.M.; GIOPPO, N.M.R. Óleo de *Baccharis dracunculifolia* DC. e seu efeito *in vitro* sobre *Colletotrichum gloeosporioides* coletados em frutos de mamoeiro (*Carica papaya* L.) **Cultivando o Saber**, Cascavel, v.3, n.4, p.24-36, 2010

BRACKMANN, A.; GIEHL, R.F.H.; SESTARI, I.; STEFFENS, C.A. Fosfitos para o controle de podridões pós-colheita em maçãs ‘Fuji’ durante o armazenamento refrigerado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34. n. 4, p. 1039-1042, 2004.

BRITO, N.M; NASCIMENTO, L.C. Potencial fungitóxico de extratos vegetais sobre *Curvularia eragrostidis* (P. Henn.) Meyer *in vitro*. **Revista Brasileira de Plantas Medicinai**s. Campinas, v.17, n.2, p.230-238, 2015.

CAMPOS SILVA, J.R.; SOUZA, R.M.; ZACARONE, A.B.; SILVA, L.H.C.P.; CASTRO, A.M.S. Bactérias endofíticas no controle e inibição *in vitro* de *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*, agente da pinta bacteriana do tomateiro. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, p.1062-1072, 2008.

CAPDEVILLE, G.; SANTOS, J. R. P. Metodologia para seleção e teste de microrganismos epífitas de frutos de mamão para utilização em controle biológico contra *Colletotrichum gloeosporioides*. **Boletim de Pesquisas e desenvolvimento Embrapa**, 21p. 2005.

CARNELOSSI, P.R.; SCHWAN-ESTRADA, K.R.F.; CRUZ, M.E.S.; ITAKO, A.T.; MESQUINI, R.M. Óleos essenciais no controle pós-colheita de *Colletotrichum gloeosporioides* em mamão. **Revista Brasileira de Plantas Medicinai**s, Botucatu, v. 11, n. 4, p. 399-406, 2009.

CARRER FILHO, R.; DIANESE, E.C.; CUNHA, M.G. Supressão da murcha de fusário em tomateiro por rizobactérias do gênero *Bacillus*. **Pesquisa Agropecuaria Tropical**, Goiânia, v. 45, n. 3, p. 356-363, 2015.



CARVALHO, C. e outros. **Anuário Brasileiro da Fruticultura 2017**. Santa Cruz do Sul : Editora Gazeta, 2017. 88 p.

CARVALHO, D. A. **Sistemática Vegetal**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. 171p.

CARVALHO, D. D. C.; MELLO, S. C. M.; LOBO JUNIOR, M.; SILVA, M. C. Controle de *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* *in vitro* e em sementes, e promoção do crescimento inicial do feijoeiro comum por *Trichoderma harzianum*. **Tropical Plant Pathology**, Viçosa, v.36, p.28-34, 2011.

CELOTO, M.I.B.; PAPA, M. de F.S.; SACRAMENTO, L.V.S. CELOTO, F.J.. Atividade antifúngica de extratos de plantas a *Colletotrichum gloeosporioides*. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 30, n. 1, p. 1-5, 2008.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análises de alimentos**. 2. ed. Campinas: Editora da Unicamp, 2003.

CENCI, S. A.; FONSECA, M. J. de O.; FREITAS-SILVA, O. Procedimentos pós-colheita. In: FOLEGATTI, M. I. da S.; MATSUURA, F.C. A. U. **Mamão: pós-colheita**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p.24-38, 2002.

CHEN, H.; XIAO, X.; WANG, J.; WU, L.; ZHENG, Z.; YU, Z. Antagonistic effects of volatiles generated by *Bacillus subtilis* on spore germination and hyphal growth of the plant pathogen, *Botrytis cinerea*. **Biotechnology Letters**, v.30, p.919–923, 2008.

CHET, I. *Trichoderma* – application, mode of action, and potential as biocontrol agent of soilborne plant pathogen fungi. In: **Innovative Approaches to Plant Disease Control**. p.137-160, 1987.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.

CHUNG, S.; KONG, H.; COMPRADOR, J.S.; LAKSHMAN, D.K.; LYDON, J.; KIM, S.D.; ROBERTS, D.P. Isolation and partial characterization of *Bacillus subtilis* ME488 for suppression of soilborne pathogens of cucumber and pepper. **Applied Microbial Biotechnology**, Berlin, v. 80, n. 1, p. 115-123, 2008.

CIA, P. **Avaliação de agentes bióticos e abióticos na indução de resistência e no controle pós-colheita de antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) em mamão (*Carica papaya*)**. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz Queiroz, Piracicaba. 2005. 197 f.

COOK, R.J.; BAKER, K.F. **The Nature and Practice of Biological Control of Plant Pathogens**. St. Paul: APS Press, 539p, 1983.

- DANTAS, A.M.M. **Controle alternativo de doenças pós-colheita em mamão Formosa 'Tainung 01'**. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido. 2016. 65f.
- DANTAS, J. L. M. Mamão produção (aspectos tecnológicos) In: **Frutas do Brasil**. Brasília: MAPA:EMBRAPA, 2000. 119 p.
- DELBONE, C.A.C.; LANDO, R.L. **Importância ecológica e evolutiva dos principais grupos de metabólitos secundários nas espécies vegetais**. In: X Congresso de Educação do Norte Pioneiro. Anais. p. 396-404. Jacarezinho, 2010.
- DEMARTELAERE, A.C.F.1; GUIMARÃES, G.H.C.; SILVA, J.A.; LUNA, R.G.; NASCIMENTO, L.C. Extratos vegetais no controle da antracnose e na conservação da qualidade em frutos de mamoeiro. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**. Campinas, v.17, n.4, supl. III, p.1041-1048, 2015.
- DENNIS, C.; WEBSTER, J. Antagonistic properties of species-groups of *Trichoderma*. II. Production of volatile antibiotics. *Transactions British Mycological Society*, Manchester, v. 57, n. 11, p. 41-48, 1971.
- DIAS, P.P. **Controle Biológico de Fitopatógenos de Solo por meio de Isolados de Fungos do Gênero *Trichoderma* e sua contribuição no crescimento de plantas**. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica. 2011. 101 f.
- DIAS, T.C., MOTA; W. F.; OTONI, B.S.; MIZOBUTSI, G.P.; SANTOS, M.G.P. Conservação pós-colheita de mamão formosa com filme de PVC e refrigeração. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, n.2, p.666-670, 2011.
- ELAD, Y.; DAVID, D.R.; LEVI, T., KAPAT; A.; KIRSHNER, B. *Trichoderma harzianum* T-39-mechanisms of biocontrol of foliar pathogens. In: **Modern fungicides and antifungal compounds II**, Intercept, p.459-67, 1999.
- EL-HASAN, A. et al. Detection of viridio fungin A and other antifungal metabolites excreted by *Trichoderma harzianum* active against different plant pathogens. **European Journal of Plant Pathology**, v. 124, p. 457-470, 2009.
- ELPO, E. R. S.; NEGRELLE, R. R. B. *Zingiber officinale* Roscoe: aspectos botânicos e ecológicos. **Visão Acadêmica**, Curitiba, v. 5, n. 1, p. 27-32, 2004.
- EMBRAPA. **Gengibre** - Folder 12 - Série "Plantas Mediciniais", dez 2001.
- FAOSTAT. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. . Acesso em: 16 de Julho de 2017.
- FERRAZ, D. M. M. **Controle da antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) em pós colheita da goiaba (*Psidium guajava*), produzida em sistema de cultivo convencional e orgânico, pela aplicação de fosfitos, hidrotermia e cloreto de**

**cálcio**. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Universidade de Brasília, Brasília. 2010. 103 f.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, p.1039- 1042, 2011.

FERREIRA, E.F.; SÃO JOSÉ, A.R.; BOMFIM, M.P.; PORTO, J.S.; JESUS, J.S. Uso de extratos vegetais no controle *in vitro* do *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. coletado em frutos de mamoeiro (*Carica papaya*). **Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal - SP**, v. 36, n. 2, p. 346-352, 2014.

FIGUEIREDO NETO, A.; Olivier, N.C.; Rojas, A.B.G.; Silva, J.C.; Padilha, C. Avaliação pós-colheita de mamão variedade 'Formosa' submetido a danos mecânicos e ensaios de compressão durante o armazenamento. **Revista Ciências Técnicas Agropecuárias**, v.22, n.2, p. 5-10. 2013.

FISCHER, I.H.; MORAES, M.F.; Palharini, M.C.A.; Cruz, J.C.S.; Firmino, A.C. Ocorrência de antracnose em abacate, agressividade e sensibilidade de *Colletotrichum gloeosporioides* a fungicidas. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Patos-PB, v. 13, n.2, p. 130-137, 2017.

FISCHER, I.H.; SILVA, B.L.; SOARES, A.R.; ARRUDA, M.C.; PARISI, M.C.M.; AMORIM, L. Efeito de fungicidas e produtos alternativos no controle da antracnose e da pinta preta da goiaba. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, suplemento 1, p. 2753-2766, 2012.

FONTES, R.V.; SANTOS, M.P.; FALQUETO, A.R.; SILVA, D.M. Atividade da pectinametilsterase e sua relação com a perda de firmeza da polpa de mamão cv. Sunrise Solo e Tainung 1. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.30, n.1, p.054-058, 2008.

FORNER, C.; BETTIOL, W.; NASCIMENTO, L.M.; TERAPO, D. Controle em Pós-Colheita de *Penicillium Digitatum* em Laranja-Pera com microrganismos e tratamento térmico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 1, p. 023-031, 2013.

FUGA, C.A.G.; GONÇALVES, D.C.; CUNHA, W.V. Inibição do crescimento micelial de *Colletotrichum gloeosporioides* por *Bacillus* spp. *in vitro*. **Revista do Núcleo Interdisciplinar de Pesquisa e Extensão**. Pato de Minas. v.1, n. 8, pp. 188-194, 2011.

FURLANI, A. C. F. A.; CAMARGO, M.; PANIZZI, R. C.; PEREIRA, C. F. Atividade de células, filtrado e autoclavado de *Bacillus* spp. como bioagentes de controle de *Colletotrichum acutatum*. **Científica**, v. 35, n. 2, p. 196 - 200, 2007.

GAMAGAE, S. U.; SIVAKUMAR, D.; WILSON WIJERATNAM, R. S., WIJESUNDERA, R. L. C. Use of sodium bicarbonate and *Candida oleophila* to control anthracnose in *papaya* during storage. **Crop Protection**. v. 22, p. 775-779, 2003.

GOIS, V. A. de. **Qualidade pós-colheita do mamão Formosa, Tainung 01<sup>o</sup> em função da aplicação em pré-colheita de aminoetoxivinilglicina (AVG)**. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2009, 104f.

GOMES, R. P. **Fruticultura Brasileira**. 11<sup>a</sup> ed. Nobel, São Paulo, 1983, p. 634.

GRANT, B.R.; GRANT, J.H.; HARRIS, J. Inhibition of growth of *Phytophthora infestans* by phosphate and phosphonate in defined media. **Experimental Mycology**, San Diego, v. 16, p. 240-244, 1992.

GUIMARÃES, G.R.; FERREIRA, D.S. GALVÃO, C.S.; MELLO, S.C.M.; CARVALHO, D.D.C. Ação de metabólitos voláteis e não voláteis de *Trichoderma harzianum* sobre o crescimento de *Cladosporium herbarum*. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**. v. 21, n. 1, p. 7-11, 2016.

HERMOSA, R. et al. Plant-beneficial effects of *Trichoderma* and of its genes. **Microbiology**, v. 158, n. 1, p. 17-25, 2012.

HOFFMANN, C.A.; CHAGAS, L.F.B.; SILVA, D.P.; CHAGAS JUNIOR, A.F.; SCHEIDT, G.N. Potencial de antagonismo de isolados de *Trichoderma* sp. contra o isolados de *Fusarium* sp., *in vitro*. **Revista Verde**, Pombal, v.10, n.1, p.236 - 242, 2015.

IAL - INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas, métodos químicos e físicos de alimentos**. 5.ed. São Paulo, 2008. 120 p.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3 a ed. São Paulo. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. v. 1, 1985. 553 p.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Lavoura permanente**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/estadosat/temas.php?sigla=rn&tema=lavourapermanente2007>. Acesso em: 08 de Junho de 2017.

JACOMINO, A. P.; KLUGE, R. A. BRACKMANN, A.; CASTRO, P. R. de C. E. Amadurecimento do mamão com 1-metilciclopropeno. **Scientia Agrícola**, v.59, n.2, p.303-308. 2002.

KAI, M.; EFFMERT, U.; BERG, G.; PIECHULLA, B. Volatiles of bacterial antagonists inhibit mycelial growth of the plant pathogen *Rhizoctonia solani*. **Archives of Microbiology**, v.187, p.351–360, 2007.

KEFIALEWA, Y.; AVALEWB, A. Postharvest biological control of anthracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) on mango (*Mangifera indica*). **Postharvest Biology and Technology**, New York, v. 50, n. 1, p. 8-10, 2008.

KUPPER, K.C.; GIMENES-FERNANDES, N.; GOES, A. de. Controle biológico de *Colletotrichum acutatum*, agente causal da queda prematura dos frutos cítricos. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 28, p.251-257, 2003.

LANNA, F. R.; FERRO, H. M.; PINHO, R.S.C. Controle biológico mediado por *Bacillus subtilis*. **Revista Trópica - Ciências Agrárias e Biológicas**, v.4, p. 12-20, 2010.

LEELASUPHAKUL, W.; HEMMANEE, P.; CHUENCHITT, S. Growth inhibitory properties of *Bacillus subtilis* strains and their metabolites against the green mold pathogen (*Penicillium digitatum* Sacc.) of citrus fruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 48, n. 1, p. 113-121, 2008.

LEINHOS, M.E. RANDALL, E. G.; DÜGGELIN, M.; GUGGENHEIM, R.. Development and morphology of *Uncinula necator* following treatment with the fungicides kresoxim-methyl and penconazole. **Mycological Research**, Cambridge, v. 101, p. 1033-1046, 1997.

LIMA, O.D.R.; OLIVEIRA, L.J.M.G.; SILVA, M.S.B.S.; RODRIGUES, A.A.C. Ação Antifúngica *in vitro* de Isolados de *Bacillus* ssp. sobre *Fusarium Oxysporum* f. sp. *lycopersici*. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 27, n. 4, p. 57 – 64, out. – dez., 2014.

LIMA, W.G. MELO FILHO, P.A.; CÂMARA, M.P.S.; SANTOS, R.C.; CÂMARA, C.A.G.; SILVA, A.M.; SILVA, A.M.F. GARCIA, A.L.; BEZERRA, C.S. **Efeito de óleos vegetais no controle de *Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides***. Informações Tecnológicas – Infobibos. 2010. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <[http://www.infobibos.com/Artigos/2010\\_3/OleosVegetais/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2010_3/OleosVegetais/index.htm)>. Acesso em: 10 de Junho de 2017.

LO, L. C.; WEIERGANG, I.; BONHAM, C.; HIPSKIND, J.; WOOD, K.; NICHOLSON, R. L. Phytoalexin accumulation in sorghum: identification of a methyl ether of luteolinidin. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, v. 49, p. 21-31, 1996.

LOPES, L.F.; CRUZ, A.F.; BARRETO, M.L.A.; VASCONCELOS, T.M.M., BLUM, L.E.B. Post-harvest treatment with Ca-phosphite reduces anthracnose without altering papaya fruit quality. **The Journal of Horticultural Science and Biotechnology**. v.0, p. 1-7, 2017.

LUNA, J. V. U. Cultivares do mamoeiro. **Informe Agropecuário**, v.12, n.134, p.14- 18, 1986.

MACDONALD, A. E.; GRANTE, B. R.; PLAXTON, C. Phosphite (Phosphorous acid): Its relevance in the environmente and agriculture and influence on plant

phosphate starvation response. **Journal of Plant Nutrition**, v.24, n.10, p.1505-1519. 2001.

MACHADO, D.D.F.; FRANCINI REQUIA PARZIANELLO, F.R.; A.C.F. SILVA, ANTONIOLLI, Z.I. *Trichoderma* no Brasil: o fungo e o bioagente. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, v. 35, p. 274-288, 2012.

MACHADO, P. P.; VIEIRA, G. H. C.; MACHADO, R. A. Uso da própolis e óleo de nim no controle dos fungos *Lasiodiplodia theobromae* e *Colletotrichum gloeosporioides*: principais patógenos que acometem os frutos da manga. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 2, n. 4, p. 31-37, 2015.

MACHADO, R.M.A.; MUSSI-DIAS, V.; SOUZA, C.L.M.; SILVA, L.B.; FREIRE, M.G.M. Avaliação de Óleos Essenciais Sobre o Crescimento *in vitro* do Fungo *Colletotrichum gloeosporioides*. **Perspectivas on line: Biologia e saúde**. v.8, n.3, p.64-75, 2013.

MARTINS, I.; PEIXOTO, J.R.; MENÉZES, J.E.; MELLO, S.C.M. **Avaliação *in vitro* do antagonismo de *Trichoderma* spp. sobre *Colletotrichum gloeosporioides***. Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, p.1676 – 1340, 2007.

MARIN, S.L.D. **Mamão papaya**: produção, pós-colheita e mercado. Fortaleza: Instituto Frutal, 2004. 82p.

MASCARENHAS, R.J. et al. Avaliação sensorial de uvas de mesa produzidas no Vale do São Francisco e comercializadas em João Pessoa-PB. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.32, n.4, p.993-1000, 2010.

MATOS, D. L.; ALVES, C. F.; FELITO, R. A.; DAVID, G. Q.; PERES, W. M. Biocontrole de *Phytophthora* spp. por isolados de *Trichoderma* spp. *in vitro*. **Cadernos de Agroecologia**, v. 11, n. 2, 2016.

MEJIA-BAUTISTA, M.A.; REYES-RAMÍREZ, A.; CRISTÓBAL-ALEJO, J.; JOSÉ TUN-SUÁREZ, M.; BORGES-GÓMEZ, L.C. *Bacillus* spp. en el control de la Marchitez causada por *Fusarium* spp. I **Revista Mexicana de Fitopatología**. v. 34, p.208-222, 2016.

MELO, I. S.; Potencialidades de utilização de *Trichoderma* spp. no controle biológico de doenças de Plantas. In: BETTIOL, W. (Org.) **Controle Biológico de Doenças de Plantas**. Jaguariúna: EMBRAPA – CNPDA, 1991. p. 7-23.

MENESES, M. Aspectos Biológicos e Taxonômicos de Espécies do Gênero *Colletotrichum*. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônoma**, v.3, p.170-179, 2009.

- MENEZES, M. Aspectos biológicos e taxonômicos de espécies do gênero *Colletotrichum*. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica**, Recife, v. 3, p.170-179, 2006.
- MENTEN, J. O. M. et al. Efeito de alguns fungicidas no crescimento micelial de *Macrophomina phaseolina* (Tass) Goid. "in vitro". **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.1, p.57-66, 1976.
- MICHEREFF, S. J., MENEZES, M., MARIANO, R. L. R. Antagonismo de espécies de *Trichoderma* sobre *Colletotrichum graminicola*, agente da antracnose de sorgo em condições de laboratório. **Summa Phytopathologica**, Jaguariúna, v.19, n.1, p. 14-17, 1993.
- MOLINARI, A. C. F. **Métodos combinados para preservar a qualidade pós-colheita do mamão 'Golden' tipo exportação**. Tese (Doutorado em Ciências) Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007. 75 f.
- MORAIS, L. A. S. de; GONÇALVES, G. G.; BETTIOL, W. Óleos Essenciais no Controle de Doenças de Plantas. In: LUZ, W. C. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**. Passo Fundo, v. 17, p. 257-304, 2009.
- MORATH, S.U.; HUNG, R.; BENNETT, J.W. **Fungal Biology.**, v. 26, p. 73, 2012.
- MOREIRA, R. R. *Bacillus* spp. e *Pseudomonas* sp. no biocontrole de *Colletotrichum* do grupo *acutatum*, causador da mancha foliar de *Glomerella* em macieira. Dissertação (Mestrado em Agronomia)- Universidade Federal do Paraná, 2013. 105 f.
- MORZELLE, M.C.; PETERS, L.P.; ANGELINI, B.G.; CASTRO, P.R.C. MENDES, A.C.C.M. **Agroquímicos estimulantes, extratos vegetais e metabólitos microbianos na agricultura**. Série Produtor Rural, nº 63. 2017. 94 p.
- NEWALL, C. A.; ANDERSON, L. A.; PHILLIPSON J. D. **Plantas Medicinais: guia para profissional de saúde**. São Paulo: Editorial Premier, 2002.
- NOGUEIRA, E.A.; MELLO, N.T.C.; MAIA, M.L. Produção e comercialização de anonáceas em São Paulo e Brasil **Informações Econômicas**, SP, v.35, n.2, p. 51-54, 2005.
- OLIVEIRA, E.S.; VIANA, F.M.P.; MARTINS, M.V.V. Alternativas a Fungicidas Sintéticos no Controle da Antracnose da Banana. **Summa Phytopathologica**, v.42, n.4, p.340-350, 2016.
- OLIVEIRA, E.S.; VIANA, F.M.P.; MARTINS, M.V.V.; PESSOA, M.N.G. **Alternativas limpas para controle da podridão pós-colheita causada por *Colletotrichum* em banana**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2013.

OLIVEIRA, R.; FERNANDES, C. **Estudo e determinação do “pH”**. Disponível em < <http://www.dec.ufcg.edu.br/saneamento/PH.html>>. Acesso em: 14 de junho de 2017.

OLIVEIRA, T.A.S.; DUARTE, E.A.A.; SILVA, R.M.; MOREIRA, Z.P.M.; CARMO, C.O.; LUZ, E.D.M.N. Biocontrole de doenças pós-colheita de frutas. **RAPP**. v. 23, p. 293-325, 2015.

ONGENA, M.; DUBY, F.; JOURDAN, E.; BEAUDRY, T.; JADIN, V.; DOMMES, J.; THONART, P. *Bacillus subtilis* M4 decreases plant susceptibility towards fungal pathogens by increasing host resistance associated with differential gene expression. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v.67, p. 692-698, 2005.

PAGANS, E.; FONT, X.; SANCHEZ, A. Emission of volatile organic compounds from composting of different solid wastes: abatement by biofiltration. **Journal of Hazardous Materials**, v.131:p. 179-186. 2006.

PAIXÃO, M.V.S. et al. Frações orgânicas e mineral na produção de mudas de mamoeiro. **Revista Brasileira Fruticultura**, v.34, n.4, p.1105-1112, 2012.

PEREIRA, V.F.; RESENDE, M.L.V.; RIBEIRO JÚNIOR, P.M.; REGINA, M.A.; MOTA, R.V.; VITORINO, L.R.R. Fosfito de potássio no controle do míldio da videira e características físico-químicas de uvas Merlot. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.47, n.11, p.1581-1588, 2012.

PHOULIVONG, S.; CAI, L.; CHEN, H.; MCKENZIE E. H. C.; ABDELSALAM, K.; CHUKEATIROTE, E.; HYDE, K. D. *Colletotrichum gloeosporioides* is not a common pathogen on tropical fruits. **Fungal Diversity**, Indonesia, v. 44, n.1, p. 33-43, 2010.

PINHO, D.B.; MIZOBUTSI, E.H.; SILVA, S. de O.E. et al. Avaliação de genótipos de bananeira à *Colletotrichum musae* em pós-colheita. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.32, n. 3, p. 786-790, 2010.

PIO-CORRÊA, M. **Dicionário de plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Rio de Janeiro, Imprensa Nacional, p. 1926-1978, 1984.

PRESTES, A. M. Fungicidas: mecanismos de ação e resistência. Parte 1: fungicidas com mecanismo de ação não-específica. **Revisão anual de patologia de planta**. v. 11, p. 43-69. 2003.

RAMIREZ, I. S. et al. *Trichoderma harzianum* (Cepa A34): um biopreparado de amplo espectro para micopatologias del tomate y Del pimiento. Habana: INISAL, (CID-INISAL Boletim Técnico, 4), 36p, 1995.

RAMOS, V. H. V.; PINTO, A. C. Q.; RODRIGUES, A. A. **Introdução e importância socioeconômica**. In: OLIVEIRA, M. A. S. (ed.). Graviola. Produção:



aspectos técnicos. Embrapa Cerrados (Planaltina, DF) Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. 2001. p. 9. (Frutas do Brasil; 15).

RAVINDRAN, P.N.; NIRMAL, B.K. **Ginger: the genus *zingiber***. Washington . CRC Press. 2005. 552p.

REIS, H.F. **Conservação pós-colheita de mamão formosa (*Carica papaya* L.) e controle alternativo *in vitro* e *in vivo* de *Colletotrichum gloeosporioides***. Tese - Universidade Federal Grande Dourados, 2014. 128p.

RIBEIRO, J.G.; SERRA, I.M.R.S.; ARAÚJO, M.U.P. Uso de produtos naturais no controle de antracnose causado por *Colletotrichum gloeosporioides* em mamão. **Summa Phytopathologica**, v.42, n.2, p.160-164, 2016.

RIBEIRO, P.M.J.; RESENDE, M.L.V.; PEREIRA, R.B.; CAVALCANTI, F.R.; AMARAL, D.R.; PÁDUA, M.A. Fosfito de potássio na indução de resistência a *Verticillium dahliae* Kleb. em mudas de cacaueteiro (*Theobroma cacao* L.). **Ciência e Agrotecnologia** v.30, p.629-636, 2006.

RIGOTI, M. **Cultura do mamoeiro**. Disponível em: <http://www.portaldahorticultura.xpg.com.br/CulturadoMamoeiro.pdf>>. Acesso em: 29 de junho de 2017.

RITZINGER, C. H. S. P. et al. **Mamão fitossanidade**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2000. 91 p. (Frutas do Brasil, 11).

RODRIGUES, E., SCHWAN-ESTRADA, K.R.F.; FIORI-TUTIDA, A.C.G.; STANGARLIN, J.R.; CRUZ, M.E.S. Fungitoxidade, atividade elicitora de fitoalexinas e proteção de alface em sistema de cultivo orgânico contra *Sclerotinia sclerotiorum* pelo extrato de gengibre. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.33, n.2, p.124-8, 2007.

RODRIGUES, J. ***Trichoderma* spp. associado a níveis de adubação NPK no patossistema *Sclerotinia sclerotiorum***. 2010. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Agronomia). Universidade Federal de Santa Maria, 2010. 84 f.

ROLLEMBERG, C. L. **Mancha das folhas da macieira: Caracterização fisiológica dos agentes causais, controle biológico com bactérias residentes do filoplano e sensibilidade dos antagonistas a fungicidas e inseticidas**. 2008. 124f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba,

ROMA, R.C.C. **Fosfito de potássio no controle de doenças pós-colheita em bagas de uva ‘Itália’ e possíveis mecanismos de ação a *Rhizopus stolonifer***. 2013. 118 p. Tese Doutorado. UNESP – Jaboticabal.

ROZWALKA, L.C.; LIMA, M.L.R.Z.C.; MIO, L.L.M.; NAKASHIMA, T. Extratos, decoctos e óleos essenciais de plantas medicinais e aromáticas na inibição

de *Glomerella cingulata* e *Colletotrichum gloeosporioides* de frutos de goiaba. **Ciência Rural**, v.38, n.2, p.301-307, 2008.

SACRAMENTO, C.K; FARIAS, J.C.; CRUZ, F.L.; BARRETTO, W.S.; GASPAR, J.W. LEITE, J.B.V. Caracterização física e química de frutos de três tipos de gravioleira (*Annona muricata* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.25. n.2, p. 329-331. 2003.

SAINDRENANT, P.; BARCHIETTO, T.; AVELINO, P.J.; BOMPEIX, G. Effect of phosphite on phytoalexin accumulation in leaves of cowpea infected with *Phytophthora cryptogea*. **Physiological and Physiological and Molecular Plant Pathology**, v.32, p.425-435, 1988.

SALOMÃO, L.C.C.; SIQUEIRA, D. L.; SANTOS, D.;BORBA, A. N. **Cultivo do mamoeiro**. Viçosa: Ed UFV, 2007. 73p.

SAMUEL, N.; HADAVI, N. *Trichoderma*: review of biology and sistematics of de genus. **Journal of General Microbiology**, v. 100, p. 923-935, 1996.

SANTOS, A.L., MAREK, J.;MAIA, A.J.; FARIA, C.M.D.R. Controle biológico e promoção de crescimento das plantas. **Revista campos e negócios grãos**. 2015. Disponível em: <http://www.revistacampoenegocios.com.br/controle-biologico-e-promocao-de-crescimento-das-plantas>. Acesso em: 22 de Maio de 2017.

SCHILDER, A. Phosphorous acid fungicides. **Fruit crop advisory team alert**. v.20. n.5, 2005.

SCHWAN-ESTRADA, K. R. F. Extratos vegetais e de cogumelos no controle de doenças de plantas. **Horticultura Brasileira**. Vitória da Conquista, v. 27, n. 2, p.4038-4045, 2009. Suplemento – CD-ROM.

SENHOR, R. F.; SOUZA, P.A.; ANDRADE NETO, R.C.; MARACAJÁ, P.B.; NASCIMENTO, F.J. Manejo de doenças Pós-colheita. **Revista Verde**, Mossoró, v.4, n.1, p. 00–13, 2009.

SILVA, A.C.M. **Compostos Bioativos da Polpa, Casca e Folhas da Gravioleira Sob Diferentes Métodos de Secagem**. Dissertação (Mestrado Engenharia de Alimentos) Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. 2016. 59f.

SILVA, A.C.; SALES, N.L.P.; ARAÚJO, A.V.; CALDEIRA JÚNIOR, C.F.. Efeito *in vitro* de compostos de plantas sobre o fungo *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. isolado do maracujazeiro. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, Edição Especial, p. 1853 -1860. 2008.

SILVA, A.C.; VIEIRA, S.R.M.; OLIVEIRA JÚNIOR, J.A. Fosfito: Conceitos e aplicações. **Revista Campos e negócios grãos**. Disponível em: <http://www.revistacampoenegocios.com.br/fosfito-conceitos-e-aplicacoes>. Acesso em: 16 de Maio de 2017.

SILVA, O. C.; et al. Fontes de fosfito e acibenzolar-Smetílico associados a fungicidas para o controle de doenças foliares na cultura da soja. **Tropical Plant Pathology**. v.38, n.1, p.72-77, 2013.

SIMÃO, S. **Tratado de fruticultura**. Piracicaba:FEALQ, 1998, 760p.

SIQUEIRA-JUNIOR, C.L.; MORAES, T.C.; MARTINS, J.A.D.; FREIRE, M.G.M.. Controle de antracnose em mamão por extratos vegetais. **Perspectivas online**, v.1, n.1, p.99-105, 2011.

SOTTERO A. N. et al. Rizobactérias e alface: colonização rizosférica, promoção de crescimento e controle biológico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.30, n.2, p.225-234, 2006.

SOUZA, E. A. Análise genética de *Colletotrichum lidemuthianum*. **Tropical Plant Pathology**, v. 33, p. 47-49, 2008.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica Sistemática**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2005. 640p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4.ed. Porto Alegre: Artmed. 2009.

TAVARES, G. M.; SOUZA, P. E. Efeito de fungicidas no controle in vitro de *Colletotrichum gloeosporioides*. Agente etiológico da antracnose do mamoeiro (*Carica papaya* L.). **Ciência e Agrotologia**, v. 29, n. 1, p. 52-59, 2005).

TEODOSIO, A. E. M. M. **Qualidade pós-colheita do mamão “Golden” (*Carica papaya* L.) utilizando recobrimentos biodegradáveis** Trabalho de conclusão de curso – Curso de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa . 2014. 50f.

TOZZI JÚNIOR, H.J.; MELLO, M.B.A.; MASSOLA JÚNIOR, N.S. Caracterização morfológica e fisiológica de isolados de *Colletotrichum* sp. causadores de antracnose em solanáceas. **Crops**, v. 32, n. 1, p. 71-79, 2006.

TRINDADE, A.V. **Mamão. Produção**: aspectos técnicos. Brasília: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2000, 77p. (série Frutas do Brasil, 3)

VENTURA, J. A.; COSTA, H.; TATAGIBA, J. S. **Manejo de doenças do mamoeiro**. In: MARTINS, D. dos S.; COSTA, A. F. S (Eds). A cultura do mamoeiro: tecnologias de produção. Vitória, Incaper, p. 229-307, 2003.

VEY, A.; HOAGLAND, R.E.; BUTT, T.M. Toxic metabolites of fungal biocontrol agents. In: BUTT, T.M.; JACKSON, C.N. Fungi as biocontrol agents: progress, problems and potential. **Bristol**: CAB International, p.311-46. 2001.

VINALE, F.; SIVASITHAMPARAM, K.; GHISALBERTI, E.L.; MARRA, R.; WOO, S.L.; LORITO, M. *Trichoderma* plant pathogen interactions. **Soil Biology & Biochemistry**. v.40: p.1-10, 2008.

ZAINURI; JOYCE, D.C.; WEARING, A.H.; COATES, L.; TERRY, L. Effects of phosphonate and salicylic acid treatments on anthracnose disease development and ripening of 'Kensington Pride' mango fruit. Australian **Journal of Experimental Agriculture**, Collingwood, v. 41, p. 805-813, 2001.

ZILLO, R.R. **Óleo essencial associado à película de carboximetilcelulose no controle da antracnose e seu efeito na vida útil de mamão (*Carica papaya* L.)**. 2017. 94f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". 2017.